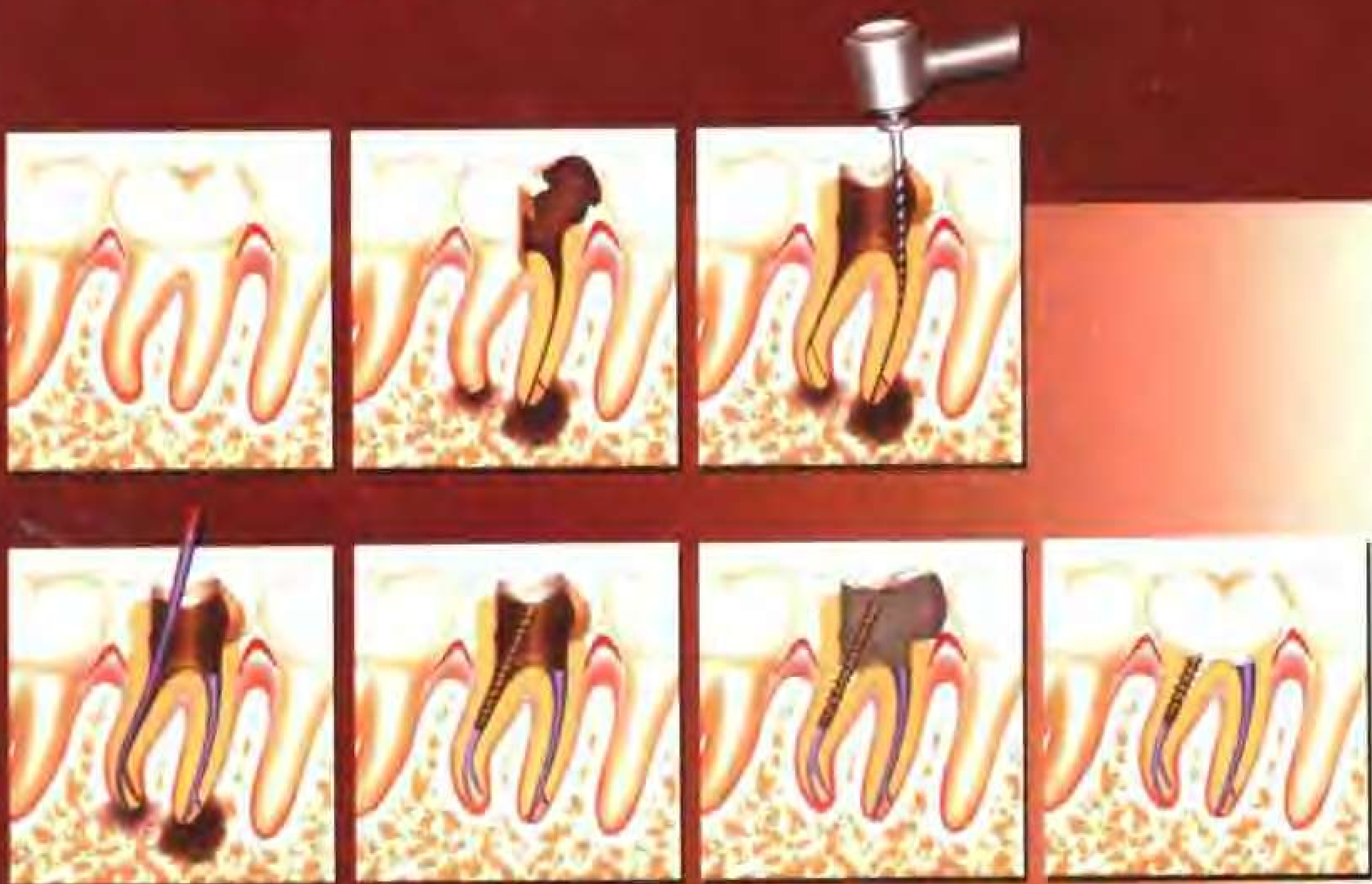
根尖周病治疗学

Therapeutics for Apical Periodontitis

主 编　凌均棨

人民卫生出版社



VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

ISBN 7-117-06612-1

9 787117 066129 >

定　价：35.00 元

责任编辑　刘红霞

封面设计　郭　淼

　　　　　傅海君

版式设计　韩红梅

责任校对　刘　桦

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

128316

根尖周病治疗学

Therapeutics for Apical Periodontitis

主 编 凌均棨

编 委 (以姓氏笔画为序)

韦 曦 阎 英 李汝瑶 陈小华

陈 罕 林正梅 林焕彩 凌均棨

高 燕 程 斌

中国人民解放军医学图书馆 藏书

人民卫生出版社

解放军医学图书馆[书]
C0250973

图书在版编目（CIP）数据

根尖周病治疗学/凌均棨主编. —北京：
人民卫生出版社，2005.2
ISBN 7-117-06612-1

Ⅰ. 根… Ⅱ. 凌… Ⅲ. 根尖周围疾病—治疗
Ⅳ. R781.340.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 008173 号

根尖周病治疗学

主　　编：凌均棨
出版发行：人民卫生出版社(中继线 67616688)
地　　址：(100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼
网　　址：http://www.pmph.com
E - mail：pmph @ pmph.com
印　　刷：潮河印业有限公司
经　　销：新华书店
开　　本：787×1092　1/16　　**印张：**13.5
字　　数：308 千字
版　　次：2005 年 2 月第 1 版　2005 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
标准书号：ISBN 7-117-06612-1/R·6613
定　　价：35.00 元
著作权所有，请勿擅自用本书制作各类出版物，违者必究
（凡属质量问题请与本社发行部联系退换）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取



主编简介

凌均棨 中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院院长、教授、博士生导师。国际牙医师学院院士（ICD）、国际牙科研究会会员（IADR）、中华口腔医学会理事、中华口腔医学会牙体牙髓病学专业委员会常务委员、中华口腔医学会口腔医学教育专业委员会常务委员、全国牙病防治指导组专家评审委员会委员、广东省口腔医学会副会长、广东省牙病防治指导组副组长、广东省口腔医学会牙体牙髓病学专业委员会主任委员、中山大学学术委员会委员。被评为省级有突出贡献的中青年专家，获广东省"南粤教书育人优秀教师"，享受"政府特殊津贴"。

1976年毕业于武汉大学口腔医学院，1994年获医学博士学位。1990赴法国路易·巴斯德大学研修，2000年赴美国哥伦比亚大学牙学院研修。从事牙体牙髓病学教学、医疗和科研工作近30年，先后主持国家自然科学基金科研项目3项、省部厅级科研项目9项，获国家教学成果二等奖，省政府优秀教学成果一等奖等多项奖项。在国内外学术刊物上发表论文100余篇，多篇被SCI、Medline等国际权威刊物收录。主编《牙髓病学》、《口腔疾病诊疗手册》、《氟与口腔医学》，编译《口腔健康调查基本方法》，作为副主编或编委参编《口腔科临床手册》、《口腔医学新进展》、《龋病学》、《口腔生物学》、《牙体牙髓病学》、《口腔科学》等专著及卫生部规划教材。

内容简介

本书是一部有关根尖周病的学术专著。全书共分15章，内容包括根尖周病的微生物感染和宿主反应；牙髓－牙本质及牙周组织解剖生理；根尖周病的病因和发病机制；根尖周病的病理学；根尖周病的微生物学；根尖周病的放射学；临床表现及诊断；根尖周病的流行病学；牙髓－牙本质复合体的治疗；无根尖周病的牙髓治疗；根尖周病的牙髓治疗；根尖周病的外科治疗；乳牙的牙髓治疗；根管治疗后牙齿的修复；牙髓治疗的效果和预后。全书及时、全面和系统地介绍根尖周病的基础理论和治疗技术，观点先进，内容丰富，涵盖根尖周病的病因学、生物学基础、临床治疗学以及相关的牙体修复学等。

本书适合我国高等医学院校教师、研究生、本科生、中等专科学校教师、专科生、广大的口腔临床工作者，以及口腔预防保健工作者的教学、科研、医疗和预防工作参考。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

前　言

牙髓病学作为口腔科学的一门分支学科在20世纪末稳步向前发展。近年来，在全世界许多地方，龋病的患病率呈现下降趋势，但是牙髓治疗的需求并没有因此降低，反而呈上升趋势。这可能与随着社会进步和经济发展，人们越来越重视保存牙齿有关。在口腔科门诊的病例中，牙髓病和根尖周病一直占有最大的比例。牙髓病学一直是口腔医学院校教育中必不可少的一门课程。牙髓病学在口腔领域中地位的日益提高同时体现在国内外牙髓病学研究小组、团体和协会的成立和其所组织的学术活动。

根尖周病作为口腔科学的一门独立的研究领域在近30年迅猛发展。有关根尖周病的研究积累了大量的文献资料，如病因学、病理学、微生物学、流行病学及治疗方法和疗效评价等方面。为此，我们在参阅大量国内外文献和专著的基础上，结合近十几年我们在实验室和临床方面的研究结果以及临床实践经验，编写了这一本介绍根尖周病的专著，希望能为从事牙髓病学专业的医师、教师、研究生和口腔医学专业学生提供一本参考书，为促进学科的发展贡献一份力量。

本书的宗旨在于将根尖周病作为一个特殊的疾病来向读者全面、系统、深入地介绍它的基础理论和临床治疗技术。本书共30万字，分为15章，内容包括根尖周病的病因学、病理学、放射学、流行病学、预防医学以及临床治疗原则、方法和预后。牙髓生物学、活髓牙的治疗、牙髓治疗后的牙体修复治疗以及乳牙的牙髓治疗等章节是作为牙髓病学的理论基础来论述的。本专著侧重于根尖周病治疗的生物学原理和科学原理，临床操作方法和技术简要地贯穿于有关

章节中。可以说《根尖周病治疗学》延伸和发展了《牙髓病学》的学术思想，丰富和充实了口腔内科学的内涵，完善了牙髓－根尖周病专业学术体系。

在本书的编写和出版过程中得到许多专家、学者、研究生、技术人员的帮助，在此致以衷心的感谢！

限于水平，本书难免有疏漏和错误，敬请各位师长、同道们批评指正，谨此先致谢意。

中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院
凌均棨

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

目 录

第一章 微生物感染与宿主反应 …… 1
第一节 简介 …… 1
第二节 分类与命名 …… 2
第三节 口腔感染 …… 2
一、牙周炎 …… 3
二、龋病 …… 3
三、牙髓感染和根尖周炎症 …… 3
第四节 生物学和临床特点 …… 4
一、感染的理论 …… 4
二、颌面部感染 …… 5
三、微生物的特异性与宿主防御反应 …… 5
四、宿主因素 …… 5
第二章 牙髓及牙周的解剖生理 …… 7
第一节 牙髓的解剖生理 …… 7
一、牙髓的形态及结构特点 …… 7
二、髓腔血流量和组织压力 …… 10
三、炎症反应 …… 10
第二节 牙支持组织的解剖生理 …… 11
一、牙周膜 …… 11
二、牙骨质 …… 14
三、牙槽骨 …… 15
第三节 牙髓腔解剖 …… 16
一、髓腔概述 …… 16
二、恒牙髓腔形态 …… 18
三、乳牙髓腔形态 …… 25
第三章 根尖周病的病因及发病机制 …… 27
第一节 根尖周病的病因学 …… 28
一、细菌因素 …… 28
二、创伤和医源性因素 …… 30

Therapeutics for Apical Periodontitis

第二节　根尖周病的组织病理学 …… 30
一、牙髓的反应 …… 30
二、根尖周反应 …… 31
第三节　根尖周病的免疫药理学 …… 32
一、细胞因子 …… 32
二、花生四烯酸衍生物 …… 33
三、激肽和神经肽 …… 33
第四节　根尖周病的调节 …… 34
一、促炎症细胞因子的调节——细胞因子网络 …… 34
二、免疫缺陷的影响 …… 35
三、非特异性免疫反应缺陷的影响 …… 35
四、生物反应修饰因子 …… 36
五、特异性免疫反应缺陷的影响 …… 36
六、免疫反应的神经调节 …… 36
第四章　根尖周病的病理学 …… 38
第一节　根尖周病的分类及定义 …… 38
一、急性根尖周炎 …… 38
二、慢性根尖周炎 …… 38
第二节　根尖周病的病因 …… 39
一、根尖周炎的感染途径 …… 39
二、感染根管内的细菌组成 …… 39
三、根管外的细菌 …… 40
四、无菌性牙髓坏死和根尖周炎 …… 40
第三节　根尖周病的组织病理学 …… 41
一、细胞成分 …… 41
二、炎症细胞的定量研究 …… 44
三、根尖周炎的组织病理学 …… 45
第四节　根尖周的特殊病变 …… 47
一、根尖周放线菌病 …… 47
二、病灶感染 …… 48
三、异物反应 …… 48
四、短暂性根尖阴影 …… 49
五、致密性根尖周炎 …… 50
第五章　根尖周病微生物学 …… 51
第一节　简介 …… 51
一、微生物病因学 …… 51
二、细菌分类 …… 51
三、细菌的结构 …… 52
四、细菌的致病性及其在牙髓感染中的毒力 …… 53
第二节　龋坏下牙本质和牙髓的微生物学 …… 54
第三节　根管系统内微生物的生物学 …… 54
一、宿主－寄生关系 …… 54

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

二、微生物间的相互作用 …… 55
第四节　细菌的局部定居 …… 56
一、主根管和侧支根管中的感染 …… 56
二、牙本质小管的侵蚀 …… 57
三、根尖周组织中的细菌 …… 57
四、根尖周炎与菌血症 …… 57
第五节　微生物菌丛的概述 …… 58
第六节　急性根尖周炎的微生物学 …… 59
一、细菌与临床表现 …… 59
二、顽固性感染中的微生物 …… 60
第七节　慢性根尖周炎的微生物学 …… 60
一、原发病损 …… 60
二、根管充填后的牙 …… 61
第八节　临床细菌学技术 …… 62
一、显微镜检查 …… 62
二、根管内微生物的取样和培养 …… 63
第九节　抗生素的使用 …… 66
一、根管内菌丛的敏感性 …… 66
二、全身抗生素治疗 …… 66
三、高危病人抗生素的使用 …… 67
四、局部抗生素的使用 …… 67
第六章　根尖周疾病的影像学 …… 68
第一节　正常根尖周组织的影像学 …… 68
一、根尖周组织的影像特点 …… 68
二、根尖周局部解剖结构的影像特点 …… 69
三、根尖周影像学的原则 …… 70
第二节　根尖周炎的影像学 …… 70
一、根尖周炎影像学与组织学改变的关系 …… 70
二、根尖周炎影像学的特征 …… 70
三、影响根尖周炎影像诊断的因素 …… 72
第三节　鉴别诊断 …… 73
一、边缘性牙周炎 …… 73
二、垂直根裂 …… 73
三、骨髓炎 …… 73
四、牙周囊肿 …… 73
五、含牙囊肿 …… 74
六、发育囊肿 …… 74
七、创伤性骨囊肿 …… 74
八、成釉细胞瘤 …… 74
九、牙骨质发育不良 …… 74
十、巨细胞肉芽肿 …… 74
十一、血管瘤 …… 74

十二、系统性疾病 …… 74
第四节 根尖周疾病影像学的研究进展 …… 75
一、根尖周疾病疗效分析 …… 75
二、疾病存在的概率评估 …… 75
三、指数记分系统 …… 75
四、受者操作特征曲线 …… 76
五、数字化放射照片 …… 76
六、特殊的影像学技术 …… 78
第七章 临床表现和诊断 …… 79
第一节 收集病史 …… 79
一、主诉 …… 79
二、现病史 …… 80
三、既往病史和系统病史 …… 80
第二节 基本临床检查 …… 81
一、视诊 …… 81
二、探诊 …… 81
三、叩诊 …… 82
四、扪诊 …… 82
五、咬诊 …… 82
第三节 牙髓诊断性试验 …… 82
一、感觉试验 …… 82
二、机械试验 …… 84
三、实验性检查 …… 84
第四节 X 线检查 …… 85
一、作用 …… 85
二、拍摄要求 …… 85
三、常规 X 线片的局限性 …… 86
四、新一代数字式口内摄影系统 …… 86
第五节 牙髓病的分类和临床表现 …… 87
一、健康牙髓 …… 87
二、可复性牙髓炎 …… 87
三、不可复性牙髓炎 …… 87
四、牙髓坏死 …… 88
第六节 牙髓诊断程序和治疗计划 …… 88
一、关键因素 …… 89
二、相关因素 …… 89
三、治疗计划 …… 89
第七节 根尖周病的分类和临床表现 …… 90
一、急性根尖周炎 …… 90
二、慢性根尖周炎 …… 90
第八节 根尖周病的诊断程序和治疗计划 …… 91
一、急性根尖周炎 …… 91

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

二、慢性根尖周炎 …… 91
三、急、慢性根尖周脓肿 …… 92
四、有窦型根尖周炎 …… 93
五、有窦型根尖周炎和牙周病的鉴别诊断 …… 93
第八章 根尖周病的流行病学 …… 94
第一节 流行病学概要 …… 94
一、流行病学的定义和作用 …… 94
二、流行病学的研究方法 …… 94
三、流行病学研究应考虑的基本要素 …… 96
第二节 根尖周病的流行病学研究 …… 99
一、根尖周炎的患病情况 …… 99
二、慢性根尖周炎与急性根尖周炎 …… 100
三、牙髓治疗的成功率与失败原因 …… 101
四、根尖周炎与拔牙原因 …… 102
第九章 牙本质牙髓复合体暴露的治疗 …… 103
第一节 前言 …… 103
第二节 未暴露牙髓的治疗 …… 104
一、去除腐质 …… 104
二、牙体修复 …… 104
第三节 暴露牙髓的治疗 …… 106
一、盖髓术 …… 106
二、牙髓切断术 …… 108
三、部分牙髓切断术 …… 108
四、牙髓摘除术 …… 109
五、露髓治疗中氢氧化钙的作用 …… 109
第四节 预后 …… 109
第十章 无根尖周病的牙髓治疗 …… 111
第一节 治疗原则 …… 111
第二节 适应证 …… 111
一、牙髓摘除术 …… 111
二、根管治疗术 …… 112
第三节 无菌术 …… 112
一、橡皮障的应用 …… 112
二、术区的机械清理 …… 114
三、术区消毒 …… 114
四、无菌器械的使用 …… 115
五、牙科手机消毒和“一人一机” …… 115
第四节 牙髓摘除术 …… 116
一、拔髓和根管工作长度的确定 …… 116
二、根管预备器械 …… 117
三、化学辅助剂 …… 120

四、根管冲洗和根管消毒 …… 121
五、根管充填 …… 123
第五节 根管治疗术 …… 125
第六节 组织反应 …… 125
一、器械的选择 …… 126
二、抗菌剂和化学试剂 …… 126
三、充填材料 …… 127
第十一章 根尖周病的牙髓治疗 …… 129
第一节 治疗原则和治疗方法 …… 129
第二节 根管预备 …… 130
一、根管清理 …… 130
二、根管预备器械的切削方式 …… 132
三、根管预备的基本技术 …… 133
四、弯曲根管的预备技巧 …… 137
五、根管冲洗 …… 137
第三节 根管消毒 …… 139
第四节 根管充填 …… 140
一、预后 …… 141
二、组织反应 …… 142
第五节 根管再治疗 …… 143
一、细菌因素 …… 143
二、去除根充物的化学物质 …… 144
第六节 激惹发生的原因和处理 …… 145
第十二章 根尖周病的外科治疗 …… 147
第一节 概论 …… 147
第二节 根管外科治疗的适应证和禁忌证 …… 147
一、适应证 …… 148
二、禁忌证 …… 149
第三节 根管外科治疗的术区解剖 …… 149
一、粘膜组织的应用解剖 …… 149
二、术区邻近的重要解剖结构 …… 150
第四节 根尖手术 …… 150
一、麻醉 …… 150
二、粘骨膜瓣的设计 …… 151
三、切口 …… 152
四、翻瓣 …… 152
五、去骨 …… 152
六、根尖刮治 …… 153
七、根尖切除 …… 153
八、根尖倒预备 …… 154
九、根尖倒充填 …… 155

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

十、关闭术区 …… 157
十一、术后护理 …… 158
十二、复查 …… 158
第五节　穿孔修补术 …… 158
一、病因 …… 158
二、操作方法 …… 159
第六节　意向再植术 …… 159
第七节　截根术和牙半切 …… 160
一、截根术 …… 160
二、牙半切 …… 160
第八节　引导组织再生术 …… 160
第九节　组织愈合 …… 161
一、骨的愈合 …… 161
二、牙的愈合 …… 161
第十三章　乳牙的牙髓治疗 …… 162
第一节　牙髓－牙本质复合体 …… 162
一、牙本质及其渗透性 …… 162
二、牙髓 …… 163
第二节　乳牙牙髓病的检查和诊断方法 …… 163
一、病因 …… 163
二、牙髓反应 …… 164
三、临床诊断 …… 164
第三节　乳牙牙髓病的分类 …… 165
一、急性牙髓炎 …… 165
二、慢性牙髓炎 …… 166
三、牙髓坏死 …… 166
四、牙髓变性 …… 166
第四节　乳牙牙髓病的治疗 …… 167
一、乳牙牙髓的保守疗法 …… 167
二、乳牙牙髓病的基本治疗方法 …… 170
第五节　乳牙根尖周疾病 …… 172
一、乳牙根尖周病的特点 …… 172
二、乳牙根尖周病的治疗 …… 173
第十四章　根管充填后牙体的修复 …… 174
第一节　影响根管充填后牙体修复的因素 …… 174
一、根管内充填物的质量 …… 174
二、根管充填后牙齿硬组织物理性能的改变 …… 175
三、牙冠结构的削弱 …… 175
四、根管内充填物的保护 …… 176
第二节　根管充填后前牙的修复 …… 176
一、边缘嵴完整的牙 …… 176

二、边缘嵴完整而牙冠变色的牙 …… 177
三、边缘嵴破坏的牙 …… 178
第三节　桩冠 …… 178
一、适应证与禁忌证 …… 179
二、固位要求 …… 180
三、制备桩道对根管充填的封闭性的影响 …… 181
四、烤瓷桩冠的制作 …… 182
第四节　根管充填后后牙的修复 …… 184
第五节　作为覆盖义齿基台的根充牙的修复 …… 185
第六节　根充牙牙体修复后的临床观察 …… 185
第七节　乳牙的修复 …… 186
第十五章　牙髓治疗的疗效与预后 …… 187
第一节　根管治疗的疗效评定 …… 187
一、影响疗效评定的因素 …… 187
二、术前无根尖周炎患牙的疗效统计 …… 192
三、根尖周炎患牙的疗效统计 …… 193
第二节　根管再处理的疗效评定 …… 194
一、术前无根尖周炎患牙的疗效统计 …… 194
二、根尖周炎患牙的疗效统计 …… 194
第三节　根尖手术的疗效评定 …… 195
一、评定标准 …… 195
二、疗效统计 …… 195
三、术后愈合的动态过程 …… 197
第四节　意向再植术的疗效评定 …… 197
第五节　根管治疗预后的影响因素 …… 198
一、术前因素 …… 198
二、术中因素 …… 199
三、术后因素 …… 200
第六节　根尖手术预后的影响因素 …… 201
一、术前因素 …… 201
二、术中因素 …… 202
三、术后因素 …… 203
第七节　结语 …… 203
参考文献 …… 204

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第一章 微生物感染与宿主反应

第一节 简　　介

牙髓病学传统上包括牙髓和根尖周的生物学及病理学。临床上将牙髓病学理解为用扩锉进行根管预备后、进行根管充填或用根尖手术来进行治疗的方法学。技术上，保存活髓和各种治疗方法又是牙齿保存学和牙创伤学的一部分内容。无论是从理论上还是从实践上，当必须进行根管充填时，治疗的目的不再是保存活髓，而是去除牙髓。直接影响最初诊断和随后治疗的是牙髓活力状态。根管治疗的目的是预防和治疗根尖周病（图 1-1）。就牙髓病而言，因为根管治疗不完善和充填欠佳最常导致的就是根尖周炎。根尖周炎发生与否是衡量根管治疗成败的首要指标。

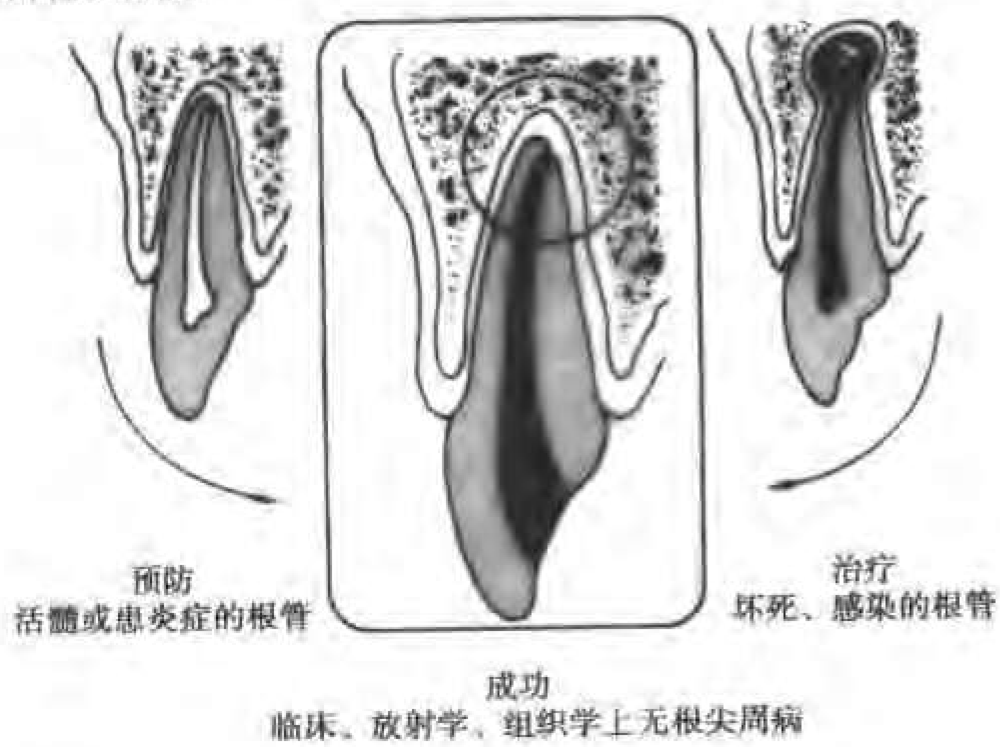


图 1-1　根尖周病的预防和治疗

微生物因素在根尖周炎的发生、发展和持续存在中起着非常重要的作用。需要着重强调的是根尖周炎本质上是一种感染性的炎症，治疗中应该注意无菌和抗菌的观念。对牙髓病进行诊断，治疗和预后评估时应该充分注意到根尖周炎的这一特点。同时我们也应采用这个观点来确定治疗的原则，并应用于临床治疗之中。

微信公众号

口 腔 视 频

微信搜索qzkqsp1即可关注

福利1

关注后可观看正畸、修复、种植等精彩内容

福利2

关注后领取口腔解剖病理学视频讲座全集

福利3

加入视频分享交流群，解答疑难病例，获取更多视频资源

扫二维码，关注公众号
领取更多口腔资料

第二节 分类与命名

根尖周病有许多种诊断，分类和命名的方法。按临床表现分类或临床结合组织病理改变的分类较为多见。目前趋向于采用临床表现分类的方法，提供简单而实用的临床诊断系统。由牙髓感染引起的根尖周疾病可分为根尖周炎、根尖肉芽肿、根尖囊肿、根尖周致密性骨炎等；又可分为急性、慢性、迁延性脓肿；有症状型和无症状型。各种分类方法各有其特点。

目前我国的教科书将根尖周病分为：

1. 急性根尖周炎

（1）急性浆液性根尖周炎。

（2）急性化脓性根尖周炎。

2. 慢性根尖周炎

（1）根尖周肉芽肿。

（2）慢性根尖周脓肿。

（3）根尖周囊肿。

（4）根尖周致密性骨炎。

临床上根尖周病的分类不必完全包括根尖周组织的炎症过程、增生和变性等每一种细微的组织病理变化过程。而应对根尖周病进行一般性描述，表明疾病的过程。按临床表现分类的潜在目的只是为临床交流提供方便；而它的最终目的是为选择正确的治疗方案提供依据。

按照严格的组织病理学的急性炎症和慢性炎症的标准来进行根尖周炎的急性期和慢性期的分类，在临床工作中是非常困难甚至是无法做到的。将根尖周病分为有症状型和无症状型根尖周炎比传统上的分为急性和慢性根尖周炎有更实际的诊断意义。当然，根据根尖周病的临床和局部表现将其分为急性和慢性与有症状和无症状这两种分类方法并无根本上的矛盾。急性和慢性的诊断分类通常用于临床诊断，而有症状和无症状的分类更多的用于对病史和病人体格检查的描述。

根尖周病的分类中包括了根尖肉芽肿和根尖囊肿，事实上这两种诊断是一个基本疾病分类。教科书上非常强调根尖肉芽肿与根尖囊肿的诊断与鉴别诊断，但这强调似乎并无必要。根尖囊肿和根尖肉芽肿有着相同的病因，类似的病理改变，治疗和预后也基本完全相同。但一个真正根尖囊肿的愈合通常较为缓慢。

根周围炎（periradicular periodontitis）是一个最近提出的新名词。根周围炎的意思是牙根周围的炎症，包括根侧面和根分叉部位的炎症。从词义上看，根周围炎不区分牙根周围炎症是牙髓来源的还是牙龈来源的。根尖周炎则直接表明炎症是来源于牙髓而不是来源于牙龈，也不包括根侧面和根分叉部位的炎症。

第三节 口腔感染

口腔是机体面对外界环境的皮肤粘膜屏障的一部分，被认为是保护脆弱机体内部免

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

受感染的重要堡垒。致病菌或条件致病菌突破人体的表面屏障后，导致了感染的发生。口腔内表面是由粘膜或者是由覆盖在牙釉质或牙本质表面的软组织构成（图1-2）。

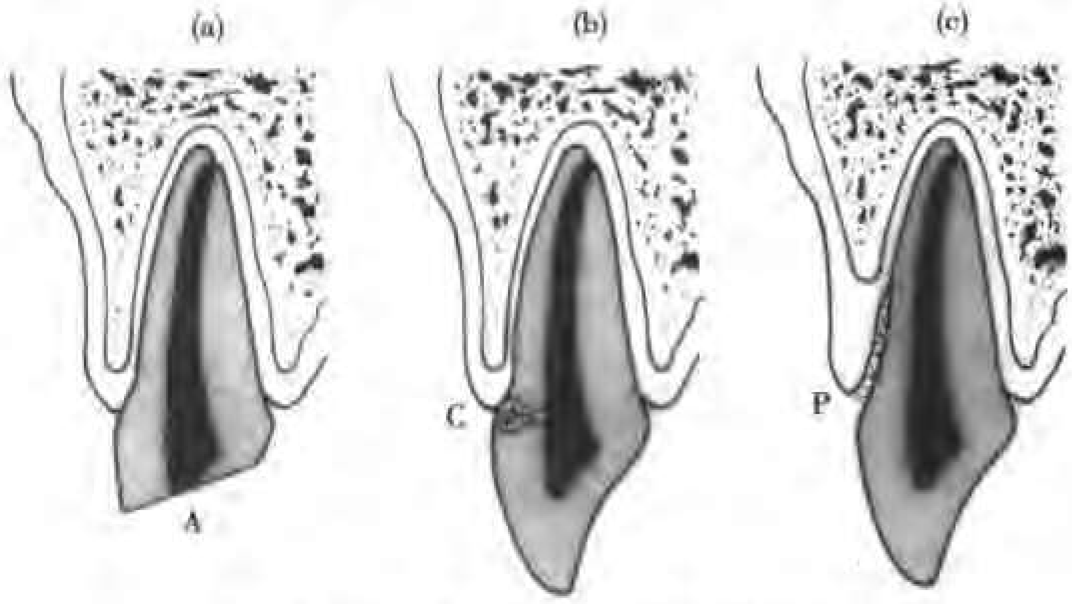


图1-2 牙源性口腔粘膜皮肤屏障的破坏

（a）磨耗或外伤导致牙髓暴露 （b）龋坏导致牙髓和根尖周感染

（c）牙菌斑深入龈袋，细菌侵入牙周组织

牙齿、颊粘膜细胞、舌隐窝、不规则的扁桃体表面和牙龈缘等解剖部位是各种微生物理想的定居地。各种毒力不同的微生物在这些解剖部位繁殖，扩散并引起诸如扁桃体炎、牙龈炎、牙周炎、龋病和根尖周炎等感染性疾病。口腔的生理性和外来的机械性清洁作用可以减少口腔中微生物，但口腔内本身的一些环境因素却是促进感染发生的。

一、牙周炎

牙龈的龈沟上皮表面的结构促使了细菌在其与邻牙的间隙内聚积。这使其成为口腔整个内表面结构中的薄弱环节。随着时间的推移，微生物不断地入侵这一部位，战胜机体的防御机制而导致牙龈炎和牙周炎。如不加以治疗，持续的炎症将使牙齿松动、脱落，最后重新建立口腔内的粘膜屏障。这种炎症一般都局限于易于排脓的表浅部位，深部组织的感染并不多见。虽然牙周病而导致缺牙在老年人中很常见，但这种现象的严重程度却因个体、种族和经济状况等的不同而差异较大。

二、龋病

龋病是口腔内一种常见的感染性疾病。口腔临床和基础研究人员都十分重视此病的研究工作。龋病侵袭人类，尤其是在儿童和年轻人中发病率较高。众所周知，龋病危害人类身心健康，它引起疼痛，造成牙体硬组织缺损甚至引起缺牙，影响容貌。就人类的整个历史而言，龋病的流行历史却是相对短暂的。人类患龋的历史可以追溯到铁器时代或者更早，人类学和历史学的研究证据显示直到几个世纪以前，龋病才在人类社会中广泛流行起来。

三、牙髓感染和根尖周炎症

长期以来，牙髓和根尖周的感染和炎症一直被认为是同一疾病的不同阶段。就龋病是牙齿硬组织的慢性感染性疾病这一概念而言，这种观点是有一定道理的。但是牙髓、

根尖周的感染和相应的组织反应并不局限于此种原因，例如由于磨耗引起的牙髓和根尖周感染；恒牙外伤也引起牙髓、根尖周炎症反应并可能引起深部组织的感染。

因此，根尖周炎可以认为是机体对因牙损伤如牙折、咀嚼磨耗、不良习惯的等引起的牙髓感染的一种组织反应。牙损伤和磨耗引起的口腔粘膜－牙齿屏障的破坏，机体用根尖周炎这一机体反应方式来阻止这一破坏可能导致的进一步感染。一个暴露的髓腔从理论上说是一个导致机体感染的缺口，而根尖周炎是机体构建的第二道防线来阻止各种具有潜在危险的微生物在机体内的进一步扩散（图1-3）。

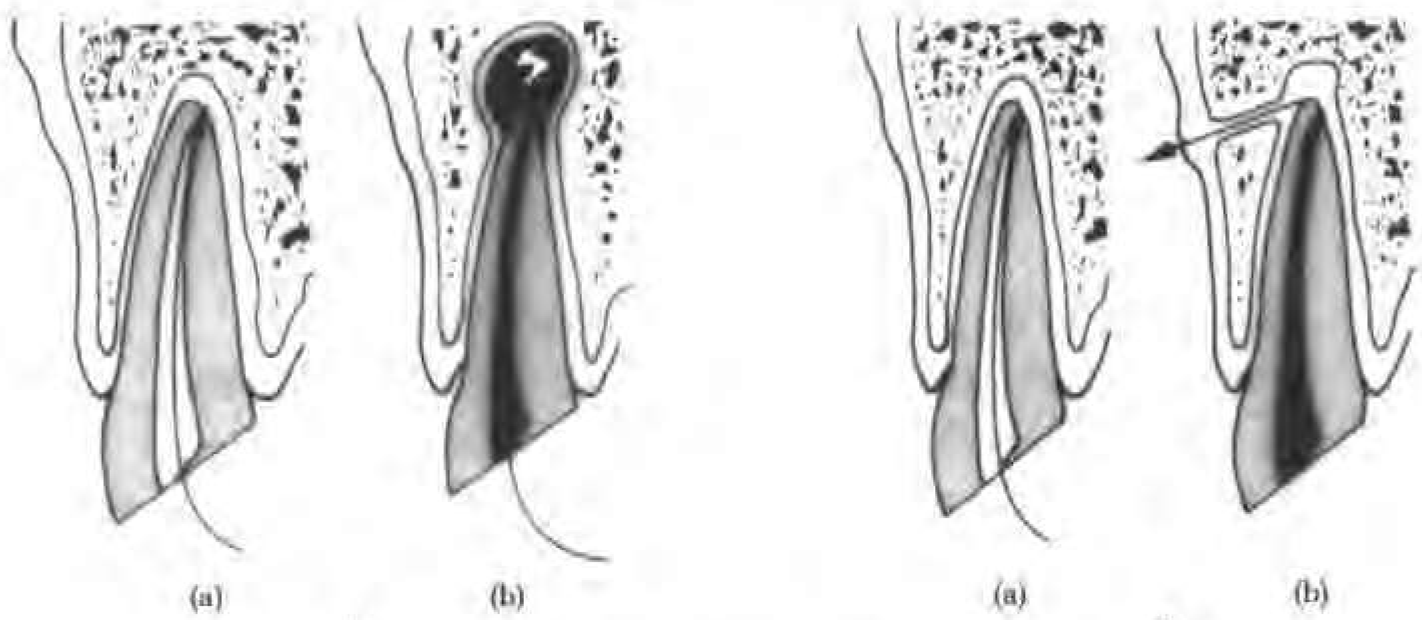


图1-3　牙髓感染扩散示意图

A. 感染进入髓腔后向内发展成为根尖肉芽肿或根尖囊肿　B. 感染进入髓腔后向外发展成为根尖周炎源性（牙源性）瘘管

根尖周炎的治疗也应包括有防止微生物侵袭人体的内容和步骤。根管治疗后从牙冠到根尖孔的完全封闭重建了粘膜－皮肤－牙屏障。但是裂隙和微渗漏为微生物入侵机体内部建立了新的途径。

第四节　生物学和临床特点

一、感染的理论

在人类还没有抗生素的时代，牙髓和根尖周组织的感染被认为具有严重的潜在危险，必须严密观察。抗生素被发现后的早期，这些感染及由此引起的邻近部位感染被认为用青霉素治疗后疗效肯定，很容易被抗生素控制。今天，我们认识到牙髓感染是由各种毒力不同的微生物引起的，这种感染的控制并不容易。

口腔菌丛内仅有为数不多的致病微生物，而且在正常情况下毒力较弱（详见第五章）。大多数微生物是条件致病微生物，它们在一定条件下如合并混合感染或机体同时患有其他疾病时才引起发病。但是口腔内的条件致病微生物一旦接进入牙髓或根尖周组织后，就表现出毒力特性。许多研究表明，感染牙髓内的细菌就是正常口腔内的细菌。根尖周炎可以认为是机体对牙髓感染后致病微生物产生的毒力因子的对抗。根尖周炎的早期常有疼痛并伴有其他组织反应，很快从扩散期进入稳定期，即炎症稳定在原有区

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

域，甚至会出现炎症的退缩。这一动态的过程随着时间的推移表现出来，并伴随着根管内口腔菌丛的改变和恢复。

最近的研究也表明某些类型的根尖周炎与牙髓－根管菌丛内的某些优势菌有关。对这种“半特异性”的牙髓感染进行进一步的基础和临床研究，将提高对根尖周炎诊断和治疗的水平。这些研究对解决被称为“治疗无效”的病例，即尽管已做了完善的根管治疗或反复牙髓治疗都不能消除根尖周炎症的病例有特殊的意义。

二、颌面部感染

颌面部感染的理论在口腔医疗实践和理论研究中既有过挫折也有过辉煌。由于不切实际的争论和错误的观点，导致了在过去几十年里将许多人的健康牙齿任意拔除，并长时间内限制了临床牙髓病学的发展。但也正因如此，建立了牙髓微生物学和机体防御机制的观点，并沿用至今。

过去，颌面部感染被认为是一个病灶，能将病原菌传播到体内远处的某个部位而引起其他疾病。随后，这个观点又延伸到其相应的免疫产物也会在体内的某个器官聚集而引起这一部位的疾病。事实证明，关于这一理论绝大部分是没有实验根据的。但是，应该认识到这样的一个观点：根尖周炎是一种微生物感染与免疫的疾病，要维持一种良好的健康状态应该彻底地治愈它。

随着人们口腔健康水平的要求提高，越来越多的人在患有根尖周炎时寻求完善的牙髓治疗。需要注意的是对根尖周炎进行牙髓治疗时引起的菌血症没有像其他牙科治疗引起的菌血症那样引起人们足够的重视。

三、微生物的特异性与宿主防御反应

牙髓根管内感染与宿主反应是近几年来的研究热点。牙周炎和根尖周炎在病理过程上有许多相似之处。许多牙周病的研究结果可直接应用于根尖周炎。Stashenko 等人的研究结果清晰地描绘了根尖周炎发展过程中的免疫反应（详见第三章）。每一个感染根管内的致病微生物和毒力因子各不相同，临床上持续感染和治疗后再感染根管内的菌丛也是各不相同的。因此，对某些特殊的病例，应该根据根管内微生物学诊断来帮助决定采取什么样的治疗方案。

四、宿主因素

当代口腔医学临床实践的一个特点就是服务对象由年轻人转向老年人。口腔预防医学措施成功地控制了龋病的发病率，使大部分人长时间地保留完整的天然牙列，甚至将完整的天然牙列保留到了老年。随着龋病的被控制，人们的口腔健康水平逐渐提高。但进行牙髓治疗的需求没有因此而降低，与此相反，越来越多的老年人需要用牙髓治疗的方法来保留牙齿。随着老年人牙髓治疗需求的增加，根尖周病的危害、治疗后的并发症及其与其他疾病治疗措施的关系也日益被重视。事实上，过去对老年人进行牙髓治疗时的许多顾虑已被证明是没有根据的。牙髓病学上对根尖周炎的预防和治疗措施对老年人与对年轻人一样有效。但是，对一些老年病人应注意其身体状况的特殊性面采取相应的牙髓治疗措施。总的来说，当牙体牙髓科医生考虑对患牙进行牙髓治疗时，任何可能因

菌血症而导致额外危险的疾病都应纳入考虑范围：对有冠心病史、风湿性心脏病、植入人工心脏瓣膜或其他植入人工种植体的病人在进行牙髓治疗过程中应预防性给予抗生素；对接受器官移植和使用免疫抑制剂的病人也应给予特殊考虑；患艾滋病的病人易患牙髓和牙周的感染，由于机体愈合能力低而会影响到治疗方案的选择、治疗的成功率和预后；糖尿病病人包括预后和愈合方式在内的根尖周病病情发展也与普通病人不一样；患有恶性血液病如白血病的病人患根尖周炎的后果会更加严重，易于扩散，需要用更强有效的抗生素进行治疗。

与疼痛和牙髓—根管感染相关的牙髓炎和根尖周炎仍是当今口腔界研究的重点和热点。新技术、新知识、新观点为我们提供了更好的治疗方案，也促进了学科的发展。尽管根尖周病的预防和治疗有着坚实的科学基础，但是临床病例千变万化，许多技术方法和生物学基础研究的问题仍有待解决。

（陈　罕）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第二章
牙髓及牙周的解剖生理

第一节　牙髓的解剖生理

牙髓（Pulp）是位于髓腔内的疏松结缔组织，也是牙体组织中唯一的软组织。由于被坚硬的牙本质所包围，牙髓中的血管、淋巴管和神经仅能通过根尖孔与根尖部的牙周组织相通连。尽管生存在可让性极小的环境中，牙髓仍可凭借牙本质小管内的成牙本质细胞突起与外界保持密切联系。当牙本质表面受到轻微的、缓慢的刺激时，该部位相应的牙髓组织将发生反应，形成修复性牙本质。一旦牙髓受到强烈的、持久的刺激，引起牙髓炎症时，由于其所处的低可让性环境无法减低迅速增高的组织压力，牙髓神经末梢受压而产生疼痛，同时大量中性粒细胞会进入组织，导致脓肿形成，致使整个牙髓坏死，继而炎症可通过根尖孔向根尖周组织扩散而致根尖周炎。

一、牙髓的形态及结构特点

牙髓是来源于外胚层间充质的一种疏松结缔组织，它包含有细胞（成牙本质细胞、成纤维细胞、未分化的间叶细胞等）、纤维、神经、血管、淋巴管和其他细胞外基质（图2-1）。

（一）细胞

1. 成牙本质细胞（odontoblast）成牙本质细胞是位于牙髓周围紧接前期牙本质排列成的一层细胞，细胞呈柱状，核卵圆形，位于细胞的基底部，细胞顶端有一细长的突起伸人牙本质小管内。在整个牙髓中，成牙本质细胞的形状并不完全一致，在牙冠部为较高的柱状细胞，反映了细胞的高活性状态；在牙根中部逐渐变为立方形细胞；接近根尖部的成牙本质细胞为扁平状，呈相对休止状态。

2. 成纤维细胞（fibroblast）成纤维细胞是牙髓中的主要细胞，故又称为牙髓细胞。细胞呈星形，有胞浆突起互相连接，核染色深，胞浆淡染、均匀。牙髓成纤维细胞的形态往往反应了牙髓组织的功能和活性。随着年龄的增长，牙髓成纤维细胞数量减少，呈扁平梭形，细胞器减少，表现为合成和分泌功能下降。幼稚的成纤维细胞受到某些刺激后可分化为成牙本质细胞。

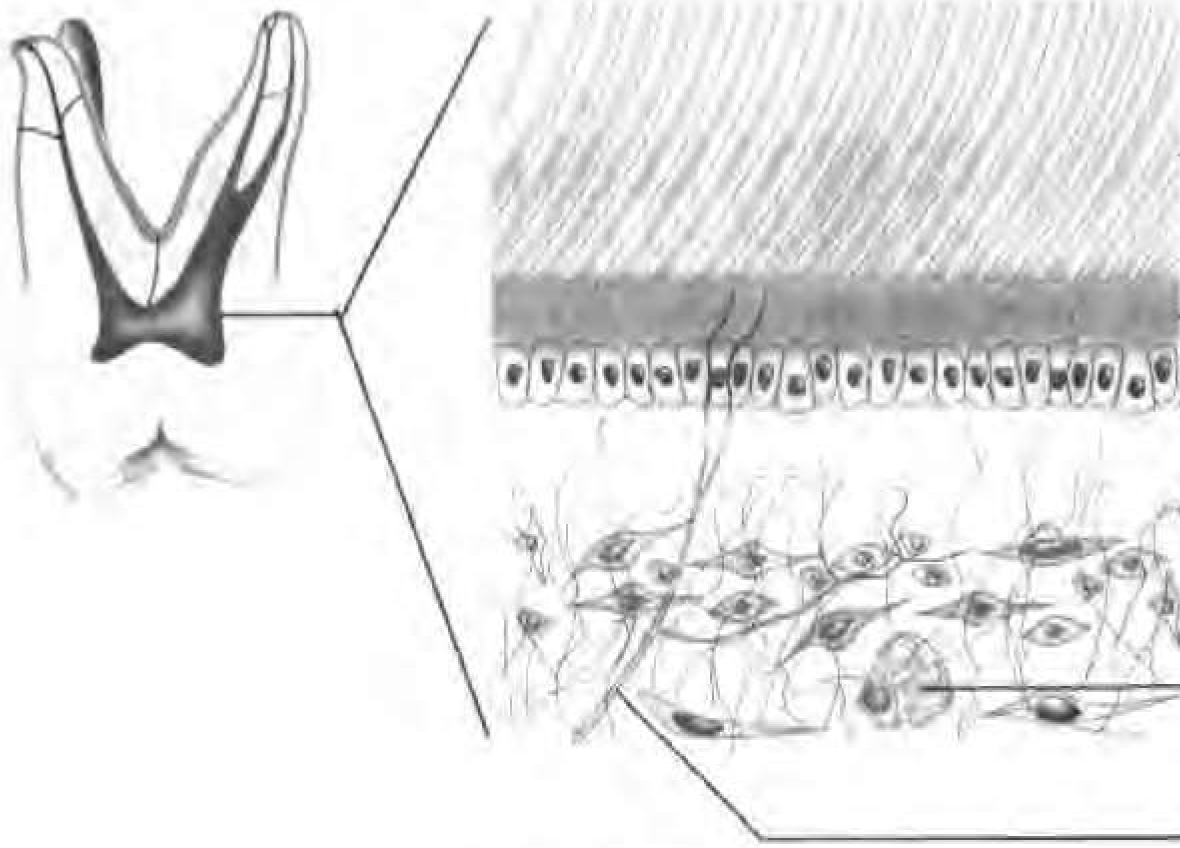


图 2-1 牙髓组成示意图

3. 组织细胞和未分化间充质细胞（histiocyte and undifferentiated mesenchymal cell） 这些细胞通常位于小血管及毛细血管周围。

组织细胞或吞噬细胞的形态不规则，有短而钝的突起，胞核小而圆，染色深。在非活动时期很难与成纤维细胞相鉴别。

未分化的间充质细胞比成纤维细胞小，但形态相似，胞浆突不明显。受到刺激时，可分化成结缔组织中任何一种类型的细胞。在炎症中它可形成巨噬细胞。当成牙本质细胞消失时，它可以移向牙本质壁，分化为成牙本质细胞，形成修复性牙本质。

牙髓细胞的特殊排列是人类冠髓的特征。在成牙本质细胞层的牙髓侧，有一个极少或者无细胞的层叫做 Weil 层。该层的牙髓侧是多细胞层，细胞密集。牙髓中央区细胞分布比较均匀，含丰富的血管和神经称为髓核（pulpcore）。

（二）牙髓的神经支配

牙髓内神经很丰富，神经来自牙槽神经的分支，伴同血管自根尖孔进入牙髓，并逐渐分成很多更细的分支（图 2-2）。髓室内神经纤维分散呈放射状，近多细胞层处形成神经网，称为神经壁层（parietal layer of nerves）或 Raschkow 丛。自此层神经轴突通过多细胞层、无细胞层和成牙本质细胞层，止于牙髓牙本质交界处的成牙本质细胞突起之间或牙本质小管内。神经末梢圆或椭圆形膨大，与成牙本质细胞紧密相接，具有感受器的功能。牙髓内的神经大多数是有髓神经，传导痛觉，少数为无髓神经，系交感神经，可调节血管的收缩和舒张。

牙髓内感觉神经纤维包括 Aδ 纤维和 C 纤维，它们都传递痛觉，但有其不同特点。Aδ 纤维为有髓鞘神经纤维，其末梢主要分布在牙髓牙本质交界区，刺激阈值较低，疼痛特征为尖锐刺痛，与牙本质敏感有关。C 纤维是无髓鞘神经纤维，末梢遍布整个牙髓，刺激阈值较高，疼痛特征为烧灼样剧痛，与牙髓炎疼痛相关。另外，C 纤维对缺氧环境有较强的抵抗力，当牙髓细胞因缺氧发生坏死时，C 纤维还可有活性，这可以解释

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

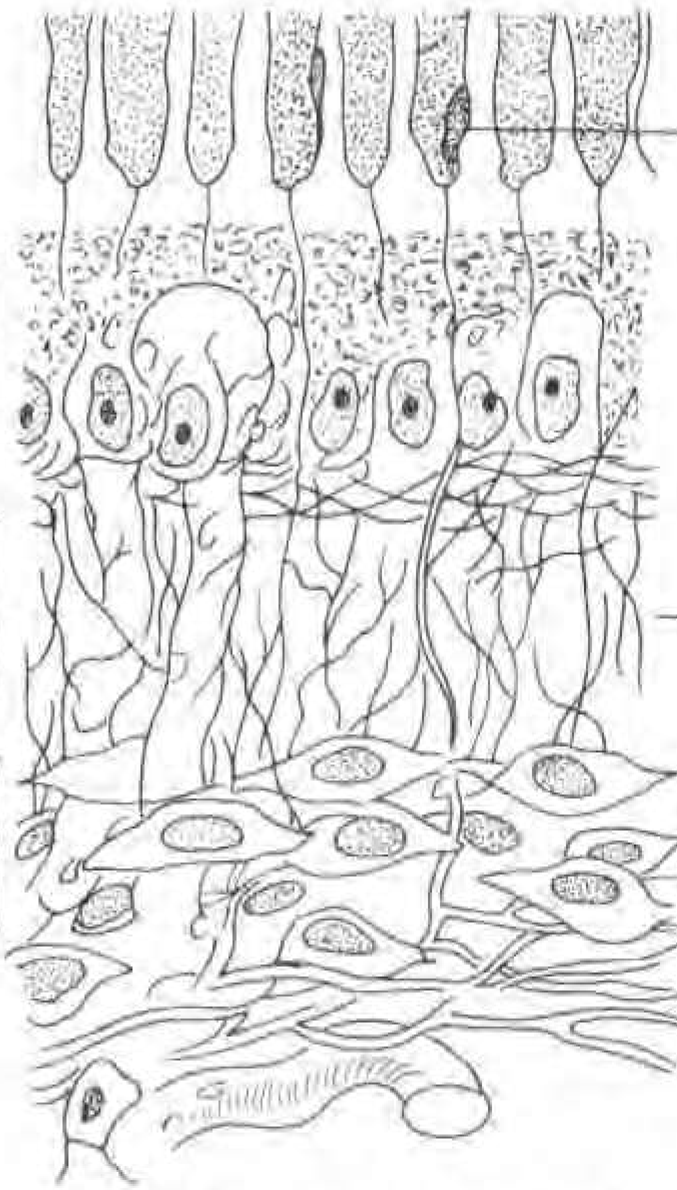


图 2-2 牙髓神经分布示意图

在预备死髓牙根管时，有时还会发生疼痛的原因。

(三) 牙髓的血管

牙髓内血管丰富，来自颌骨的牙槽动脉分支，经根尖孔进入牙髓，称为牙髓动脉，沿牙髓中轴前进，沿途分出小支，最后在成牙本质细胞层下方形成一稠密的毛细血管丛，然后，毛细血管后静脉汇成牙髓静脉与牙髓动脉伴行，出根尖孔转为牙槽静脉。

牙髓和牙周膜的血管除通过根尖孔交通外，尚可通过一些副根管相通。因此，当牙髓或牙周组织发生炎症时，也可沿此通道相互扩散。

牙髓血管相对于其管腔的大小和绝对容积而言壁较薄，管壁可能不连续，毛细血管呈网状。但成牙本质细胞下层的毛细血管并非全部处于功能状态，需要时，非功能状态的毛细血管和小动脉可迅速补充并可瞬间在成牙本质细胞或成牙本质细胞下方的局部或全部形成充血。由于心脏收缩产生的血压使血液通过血管流向被扩充（膨大）的部位，在血液和扩散的组织间液间可以进行物质的运送。由于毛细血管壁很薄，有时甚至是不连续或有穿孔，血液和组织间液间通过扩散可以迅速进行物质交换。

(四) 牙髓的淋巴

牙髓中淋巴管常与血管伴行。毛细淋巴管起于牙髓表面，汇合成较大的小淋巴管，经髓核，穿过根尖孔与牙龈、牙周膜的淋巴管丛吻合。淋巴管道的主要功能是转移过量的渗入液体和血浆蛋白。前牙的淋巴液引流入颏下淋巴结，后牙的则引流入颌下和颈深部淋巴结。

二、髓腔血流量和组织压力

血流量指血液每单位时间流过血管的量。血流量主要决定血液和组织液之间的扩散速度：血流量越高，扩散越快。在任何组织中足够稳定的血流量都是其生存和维持正常功能的关键因素。

牙髓神经的组成支配着牙髓的血流量。牙髓的神经比牙周膜和牙槽骨稠密得多，主要是感觉神经，交感神经较少。交感神经纤维的活化可激活 α 感受器而引起牙髓血管收缩。这些感受器也可通过颈动脉压力感受器反射而被激活。感觉神经纤维负责牙齿的感觉，对牙髓循环也有很大影响。牙髓感觉神经含有作用于血管的肽如神经激肽 A (NKA)、降钙素基因相关肽（CGRP）和 P 物质（SP)。牙髓感觉神经末端释放这些神经肽对传入的活化信号做出反应。

牙髓感觉神经含有 CGRP 最多。在髓核中大部分对 CGRP、SP 和 NPY 显示免疫活性的神经呈网状分布在血管壁上，显示它参与了血流的调节。一般来说感觉神经纤维的活化引起它们的神经末梢的 NKA、CGRP 和 SP 的释放。释放的神经肽类物质可以通过不同的途径而引起血管平滑肌舒张以增加血流。

牙髓细胞周围组织间液的流体静压称为牙髓组织液压。与其他大多数组织相比，牙髓组织压较高，一般高于大气压 5～20 毫米汞柱。由于牙髓被围在坚硬的牙本质壁内，仅有很小的可让性，即使牙髓液体体积有一点变化，也将影响到组织液压，液体体积的增加将会使牙髓组织压增加。这可能与神经性的防御机制有关。这种机制可能帮助保护牙髓抵抗有害物质由暴露的牙本质小管进入牙髓。牙本质的机械刺激，可引起牙髓血管舒张增加并因此导致组织压的增加。因此，当牙本质小管暴露时可以建立保护牙髓的轴突反射机制。当该反射机制被流体力学机制所激发，在成牙本质细胞区或牙本质区的感觉神经纤维就释放神经肽，从而引起牙髓血管扩张而导致组织压增加，组织液的增加将引起液体从暴露的牙本质小管向外流动增加，以保护牙髓抵御有害物质的入侵。因此，当血流增加导致牙髓可让性减低时，牙髓组织压迅速增加是机体的一种防御反应。

三、炎症反应

炎症是活体组织对损伤因子所作出的防御反应。当损害发生时，牙髓的疏松结缔组织将与其他结缔组织一样发生炎症反应。被感染时牙髓必然的反应是增加组织压，像任何炎症最初的反应那样，舒张血管并增加血管的渗透性，增加血液和组织液的体积。但在坚硬的牙本质腔内，牙髓易受损害。由于膨胀性的缺乏，血流量或组织液的任何增加都将增加牙髓的组织压。如果组织压升高到血压的水平，就可压缩血管，这样就会抵抗在牙髓炎期间血流增加的有益影响。

发炎牙髓组织压增加的绝对数量和持续时间依炎症的程度、严重性和所处阶段的不同而变化。因为牙髓仅有的反射是增加牙髓液体的量。在发炎的局部区域组织压可以超过 60mmHg。然而只要牙髓损害不严重，并且局部反馈机制功能尚存，组织压的扩散和增加将被限制。主要的反馈机制是对抗组织压的增高和播散：①在邻近不发炎组织中形成毛细血管吸收网；②增加淋巴回流。通过以上两种途径将大量液体运输到被侵袭区以

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

外，继而运至牙齿以外，从而降低压力。因此，尽管血流和血管渗透性增加，导致炎症，牙髓的容积在牙髓炎期间可能保持相对稳定，以至于组织压不会升高到使血管压缩并坏死的程度。这样局部牙冠的牙髓炎可能持续而不播散到根髓。因此，牙髓可以恢复的条件是有害物不移动或者不太广泛。而当牙髓受到严重的持续刺激，组织压的增加可能向根尖方向播散并引起整个牙髓坏死。

牙髓的炎症过程既可是急性的，也可是慢性的，或是慢性过程中的急性发作。但由于缺乏有效的侧支循环和处在低可让性的环境中，牙髓一旦出现明显炎症，就难以恢复。

第二节　牙支持组织的解剖生理

牙支持组织包括牙龈、牙周膜、牙槽骨和牙骨质（图 2-3）。它的主要功能是提供一种附着方式，即以嵌合的方式用纤维把牙齿连接到牙槽骨上。这种连接允许牙齿的位置有微小的调节。这样一个有纤维的悬吊装置，为咀嚼功能提供了最佳的条件。

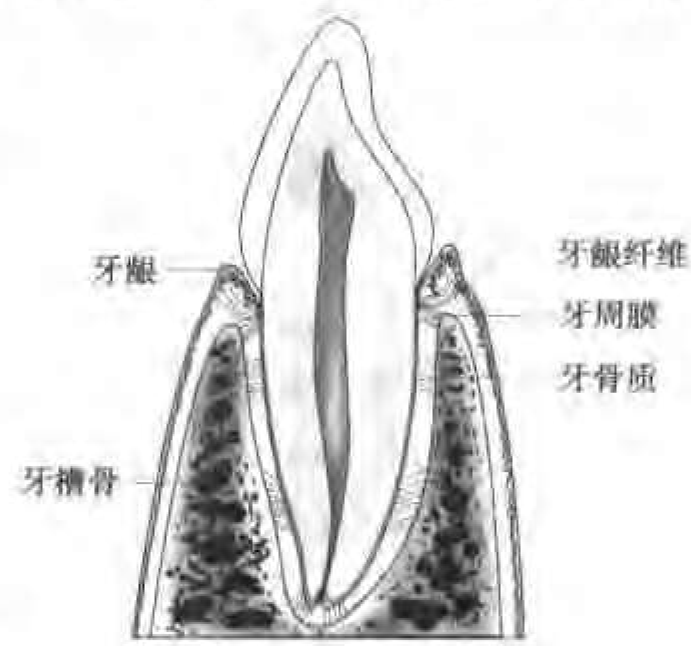


图 2-3　牙支持组织示意图

一、牙周膜

（一）牙周膜组织结构

1. 牙周膜纤维　牙周膜的纤维主要由胶原纤维和耐酸水解性纤维（oxytalan fibers）组成，其中胶原纤维数量最多。构成牙周膜的基本成分主要是 I 型胶原，少部分为 III 型胶原。牙周膜中的胶原由成纤维细胞合成，在细胞外聚合成纤维，汇集成粗大的纤维束，并有一定的排列方向，称为主纤维。主纤维束之间为疏松的纤维组织，称间隙纤维，牙周膜血管和神经穿行其间。单独每一根纤维都不能达到牙骨质到牙槽骨之间的全长，纤维束是很多错综复杂的纤维分支聚集在一起的再组合形式。埋于牙骨质和牙槽骨中的纤维称为 Sharpey 纤维。与进入牙槽骨的纤维相比，嵌入牙骨质的纤维小而多。

据主纤维所在的部位和功能不同，其排列方向也不同，自牙颈向根尖可分为下列几组（图 2-4）：

（1）牙槽嵴组（alveolar crest group）：纤维起于牙槽嵴顶，呈放射状向牙冠方向走行，止于釉牙骨质界下方的牙骨质。主要分布在牙的唇（颊）、舌（腭）侧，邻面无此纤维。其功能是将牙向牙槽窝内牵引，对抗侧方力，保持牙直立。

（2）水平组（horizontal group）：在牙槽嵴纤维的根方，呈水平方向分布，与牙弓的𬌗平面大致平行。一端埋入牙骨质，另一端埋入牙槽骨中，其功能是维持牙直立的主要力量，并与牙槽嵴纤维共同对抗侧方力，防止牙侧方移动。

（3）斜行组（oblique group）：是牙周膜中数量最多、力量最强的一组纤维。除牙颈部和根尖区外，都是斜纤维分布的区域。纤维方向向根方倾斜 45°，埋入牙槽骨的一

端近牙颈部，附着在牙骨质一端近根尖部，将牙悬吊在牙槽窝内。这种结构可将牙承受的咀嚼压力转变为牵引力，均匀地分散到牙槽骨上。在水平切面上，斜纤维的排列呈交织状，而不是直的放射状，这可限制牙的转动。

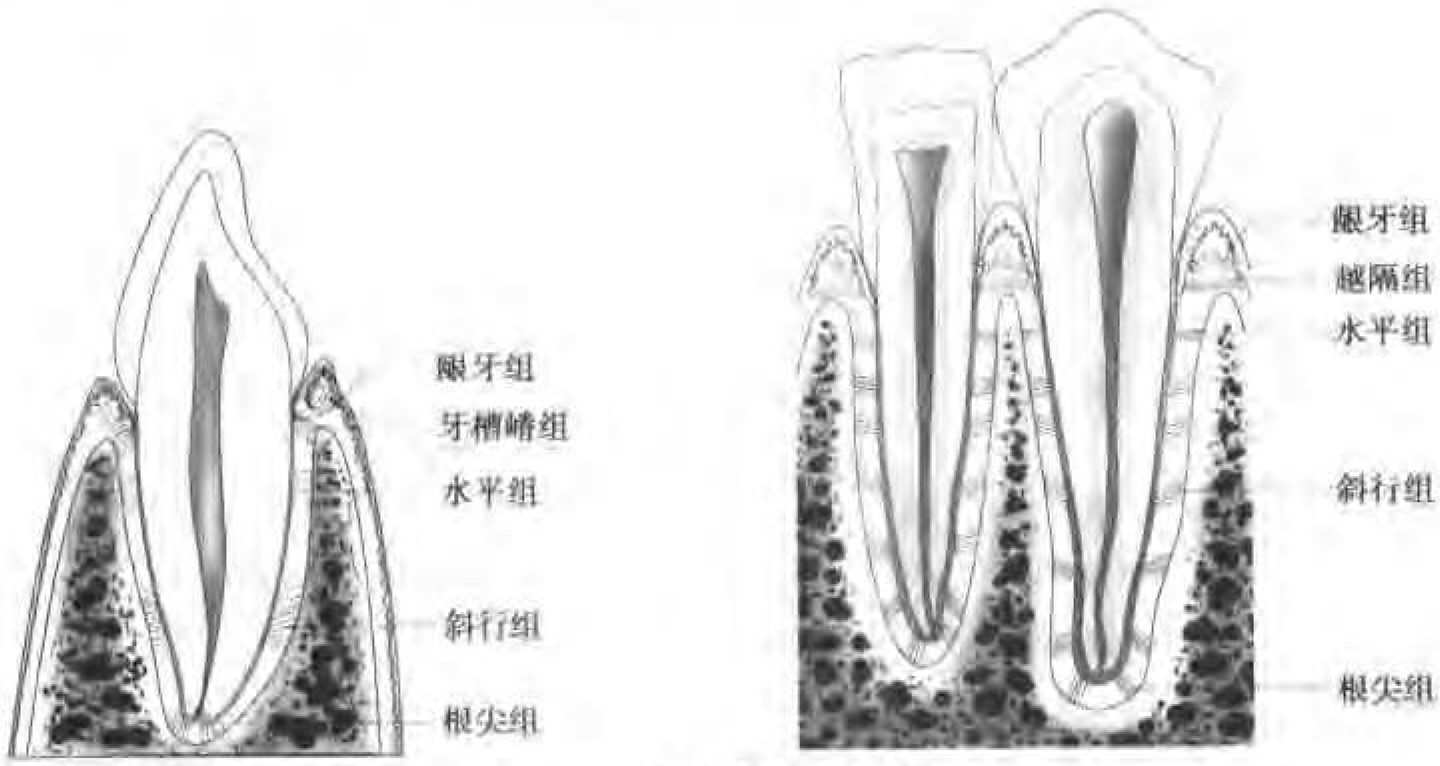


图 2-4 牙周纤维束示意图

（4）根尖组（apical group）：起于根尖区牙骨质，呈放射状止于根尖周围的牙槽骨，具有固定牙根尖的作用，保护进出根尖孔的血管和神经。

（5）根间组（interradicular group）：只存在于多根牙，起自根分叉处的牙根间骨隔顶，止于根分叉区牙骨质，有防止牙根向冠方移动的作用。

综上所述，主纤维在不同的位置上，其排列方向和功能虽不相同，但又是互相协调，共同支持和稳固牙来完成咀嚼功能。当牙齿承受垂直压力时，除根尖区外，几乎全部纤维呈紧张状态，可担负较大秴力，当牙齿承受侧向压力仅使部分纤维呈紧张状态时，易造成牙周纤维的损伤。

牙周膜的功能之一是排列成组的纤维可抵抗不同形式的压力，包括抵抗牙的旋转。尽管胶原是无弹性的，由于纤维的波浪状，允许它们在有压力时拉长，而使牙齿有轻微的移动。改变牙周膜的血流和血压可引起牙齿的微弱移动，血流和组织液的作用像流体动力学系统一样可吸收秴力。

2. 牙周膜细胞　成纤维细胞是牙周膜的主要细胞。位于主纤维之间的成纤维细胞，呈细长形或星形。其排列方向与纤维束的长轴平行。细胞内的肌动蛋白能使细胞移动和形状发生变化以适应功能的需要。成纤维细胞的功能是维持正常更新及修复过程中组成基质的胶原纤维和氨基多糖以及糖蛋白的稳定。因此，任何对成纤维细胞功能的破坏，都能导致牙支持组织的丧失。在牙周膜牙骨质侧可见成牙骨质细胞。在牙槽骨侧可见成骨细胞，当牙骨质吸收时，在吸收处也可见破骨细胞，亦称为破牙骨质细胞。破骨细胞在牙周病和正畸牙移动时牙周膜的更新中扮有重要角色。

3. 上皮剩余　在牙周膜中，邻近牙根表面的纤维间隙中可见到小的上皮条索或上皮团，与牙根表面平行排列，也称 Malassez 上皮剩余。这是牙根发育期上皮根鞘残留下来的上皮细胞。平时上皮剩余呈静止状态，在受到炎症刺激时，上皮增殖成为颌骨囊肿

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

和牙源性肿瘤的来源。

4. 牙周膜的血管和淋巴管　与牙髓相比牙周膜的血供较为复杂（图2-5），它接受从周围组织包括牙槽骨、骨膜、牙龈和牙髓血管取道而来的血液，而主要的血供来源于牙槽动脉的分支：①来自牙龈的血管；②来自上、下牙槽动脉分支进入牙槽骨，再通过筛状板进入牙周膜；③来自上、下牙槽动脉在进入根尖孔前的分支。静脉则排向骨髓和牙龈。在牙颈区牙周膜血管分支与邻近的牙龈血管分支吻合形成血管网。多方面来源的血管在牙周膜中互相吻合，形成树枝状的血管丛，在根尖1/3处最为丰富。因此在根尖切除或牙龈切除时不会影响牙周膜的血液供给。牙周膜的血流主要是由交感神经纤维控制血管收缩，感觉纤维控制血管舒张。牙周膜的血管床并不是一个孤立的功能体，炎症或血流中其他的病理学改变、周围邻近组织的组织压或血压也影响着牙周循环。

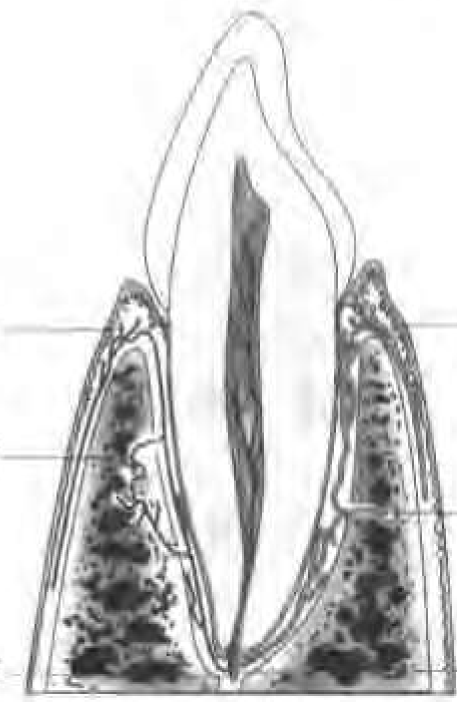


图2-5　牙周膜血管及神经示意图

淋巴管在牙周膜中呈网状分布，与血管伴行，至于根尖部，与来自牙髓、牙龈的淋巴管吻合，注入颌下和颏下淋巴结。当牙周膜发生炎症时可引起上述淋巴结肿大。

5. 牙周膜的神经支配　牙周膜有丰富的神经（图2-5），来自根尖区的神经纤维，沿牙周膜向牙龈方向走行；来自牙槽骨内的神经，穿过牙槽窝骨壁进入牙周膜后分为两支，分别向根尖和牙龈方向走行，并与来自根尖的神经纤维混合。神经纤维末梢在根尖区较多。在人的牙周膜中有分布在牙骨质细胞层中属于伤害感受器和机械感受器的游离末梢；分布在根尖周围牙周纤维束中的，属于机械感受器的Ruffini末梢；分布于牙周膜中央区，功能尚不清楚的环状末梢及根尖周的梭形末梢。丰富的感受器使牙周膜感觉灵敏，不仅能感知压力和轻微接触牙体的外部刺激，还可传导痛觉，参与防御反应，当根尖周组织发生炎症时，由于炎症介质的释放、血管的扩张和局部组织压力的增加，患者既可感受到痛觉，又能准确指出患牙所在。

（二）牙周膜的更新及增龄变化

未分化间充质细胞是牙周膜中另一重要的细胞成分。这种细胞位于血管周围5μm内的区域。在牙周膜中这些细胞可进一步分化为成纤维细胞、成骨细胞和成牙骨质细胞。在牙周膜中新生的细胞必须与死亡的或移动到牙周膜外的细胞保持平衡。而生理性细胞死亡即细胞凋亡，在牙周膜更新中有重要作用。未分化间充质细胞作为牙周膜中新生细胞的来

源，保证了牙周膜不断地进行更新和改建。而成纤维细胞不仅有合成胶原、基质、弹力纤维和糖蛋白的功能，还有吸收胶原吞噬异物的能力，来控制牙周膜在体内的平衡和牙周膜的结构，使其处于良好的功能状态。成骨细胞和成牙骨质细胞不断地形成新的牙骨质和牙槽骨，新生成的牙周膜纤维被埋在其中，以保证牙和牙周膜的正常附着联系。

随着年龄的增长，牙周膜中胶原纤维增多，直径增大，细胞成分减少。基质中硫酸软骨素减少，牙周膜变薄。如在青年人中牙周膜厚约为0.21mm，在成人厚约为0.18mm，到老年时（51～67岁），厚度减少到0.15mm左右。这种变化可能是由于咀嚼功能降低而引起的。

牙周膜的结构与其功能大小密切相关。埋伏牙和经久不用的牙，牙周膜窄，主纤维失去有规律的功能性排列，牙骨质和牙槽骨中缺乏穿通纤维；当功能增大时，主纤维束粗大并呈良好的功能性排列，牙周膜宽度增大。

二、牙骨质

（一）组织学结构

牙骨质（cementum）是覆盖于牙根表面的硬结缔组织，色淡黄。牙骨质在近牙颈部较薄，约为20～50μm，在根尖和磨牙根分叉处较厚，约为150～200μm。牙骨质是维系牙和牙周组织联系的重要结构。牙骨质的组织学结构与密质骨相似，但无哈弗管也无血管和神经。

牙骨质由细胞和矿化的细胞间质组成，参与牙骨质组成的细胞称为牙骨质细胞。细胞间质则由纤维和基质构成。

1. 纤维　牙骨质基质内的纤维主要由成牙骨质细胞和牙周膜成纤维细胞产生的胶原纤维所构成。前者纤维排列与牙根表面平行，后者与牙根表面垂直并穿插于其中，又称为穿通纤维（perfo-rating fibers）或沙比纤维（Sharpey fibers）。细胞牙骨质内的纤维多半由成牙骨质细胞分泌，而无细胞牙骨质的纤维则主要由成纤维细胞产生。

2. 基质　主要由蛋白多糖和矿物盐组成，后者以磷灰石晶体的形式沉积在胶原纤维上形成钙化的基质。由于牙骨质的形成是持续而有节律性的，故呈现层板状结构，层板之间为生长线间隔。牙骨质表面有一层刚形成尚未钙化的牙骨质即类牙骨质（cementoid）。按照牙骨质间质中细胞的有无，一般可将牙骨质组织分为无细胞牙骨质和细胞牙骨质。目前认为这两种牙骨质的形成与牙骨质基质的形成和矿化速度有关。同样，在牙建立咬合功能前形成的牙骨质又可称为原发性牙骨质（primary cementum），而之后所形成的牙骨质则称为继发性牙骨质（secondary cementum）。

无细胞牙骨质（acellular cementum）紧贴于牙本质表面，主要由牙骨质层板构成而无细胞。分布于自牙颈部到近根尖1/3处，牙颈部往往全部由无细胞牙骨质所占据。

细胞牙骨质（cellular cementum）常位于无细胞牙骨质的表面，但在根尖1/3可以全部为细胞牙骨质。细胞牙骨质和无细胞牙骨质也可以交替排列。

（二）生物学特性

在生理情况下，牙骨质不但像骨组织可以不断地改建和重塑（remodelling），而且对于压应力，牙骨质较固有牙槽骨具有更强的抗吸收能力，这些是临床正畸治疗时牙移动的基础。然而，当牙周膜纤维因适应牙齿功能的需要发生改变和更替时，牙骨质可通

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

过不断的增生沉积而形成继发性牙骨质，从而使新的牙周膜纤维重新附着至牙根。当牙的切缘与𬌗面受到磨损时，也可通过根尖部继发性牙骨质的形成而得到一定的补偿；当牙根表面有小范围的病理性吸收或牙骨质折裂时，可由于继发性牙骨质的沉积而得到修复；在牙髓和根尖周病治疗后，牙骨质能新生并覆盖根尖孔，重建牙体与牙周的连接关系。在新形成的牙骨质与原有吸收区的牙骨质之间有一深染的分界线。在修复中形成的牙骨质，依照其形成速度的快慢，仍可以是细胞牙骨质或无细胞牙骨质。在病理等特殊情况下，如乳恒牙交替，或根尖有炎症和创伤时，则可导致牙骨质的吸收，这种吸收甚至还可波及到牙本质。

三、牙槽骨

（一）组织学结构

牙槽骨（alveolar bone）是上下颌骨包绕和支持牙根的部分，又称牙槽突（alveolar process）。容纳牙根的窝称牙槽窝，牙槽窝在冠方的游离端称牙槽嵴，两牙之间的牙槽突部分称牙槽中隔。牙槽骨的组织结构与身体其他骨相似，其生长发育依赖于牙齿的功能性刺激。如果牙齿脱落，牙槽骨也就随之而萎缩。牙槽嵴的形态在前牙区为圆柱状，在磨牙区为扁平状。但颊或舌侧位的牙齿，牙槽嵴变薄或消失。牙槽骨按其解剖部位可分为固有牙槽骨、密质骨和松质骨。

1. 固有牙槽骨（alveolar bone proper）　衬于牙槽窝内壁，包绕牙根与牙周膜相邻，在牙槽嵴处与外骨板相连。它是一层多孔的骨板故又称筛状板。牙周膜的血管和神经纤维穿过小孔进入骨髓腔中。固有牙槽骨很薄，无骨小梁结构，在 X 线片上表现为围绕牙周膜外侧的一条白色阻射线，称硬骨板（lamina dura），是检查牙周组织的重要标志，牙周膜发生炎症和外伤时，硬骨板首先消失。

组织学上固有牙槽骨属于束骨（bundle bone），由含有粗大纤维的编织骨构成，其中包埋了大量的牙周膜纤维即穿通纤维。邻近牙周膜侧，束骨呈板层排列，与牙槽窝壁平行，穿通纤维与骨板垂直。在邻近骨髓侧，骨板由哈弗氏系统所构成，其外周有几层骨板呈同心圆排列，内有神经和血管通过。

2. 密质骨　是牙槽骨的外表部分，即颌骨内、外骨板延伸的部分。密质骨的厚度颇不一致，上颌牙槽骨的唇面，尤其前牙区的密质骨很薄，有许多血管和神经穿过的滋养管，而舌侧增厚。在下颌骨则相反，密质骨比上颌厚而致密，小孔很少，所以在施行局部麻醉时，在上颌前牙用局部浸润麻醉的效果比下颌好。通常下颌的密质骨，其舌侧骨板比颊侧厚，但在磨牙区由于担负较大的咀嚼力，磨牙颊侧骨板也增厚。密质骨表面为平行骨板，深部有致密的不同厚度的哈弗系统骨。

3. 松质骨　松质骨由骨小梁和骨髓组成，位于密质骨和固有牙槽骨之间。由含细纤维的膜性骨组成，呈板层排列伴有哈弗系统，形成大的骨小梁。前牙区松质骨含量少，有时几乎仅有两层密质骨，甚至牙根唇面由于骨部分缺失而形成裂隙。后牙支持骨量多，骨小梁的粗细、数量和排列方向与所承担的咀嚼力密切相关。承受较大咀嚼力的区域，支持骨量增多，骨小梁粗大致密，骨髓间隙小；而无功能的牙或咀嚼力小的牙，则骨小梁细小，骨髓间隙大。骨小梁的排列方向一般与咬合力相适应，以最有效的排列方向来抵抗外来的压力。如两牙间的骨小梁呈水平排列。而根尖周围的骨小梁为放射状

排列，故能从各个方向支持牙。而无功能的牙周围，骨小梁排列无规律。

（二）生物学特性

牙槽骨是高度可塑性组织，也是人体骨骼最活跃的部分。它不但随着牙的生长发育、脱落替换和咀嚼压力而变动，而且也随着牙的移动而不断地改建（图2-6）。牙槽骨具有受压力吸收，受牵张力增生的特性。一般情况下牙槽骨的吸收与新生保持动态平衡。

在骨质新生时，镜下可见成骨细胞排列在新骨周围。新骨的表面有一层刚形成尚未钙化的骨基质，称为类骨质。在骨吸收区，骨表面有蚕食状凹陷，凹陷处可见多核巨细胞即破骨细胞。

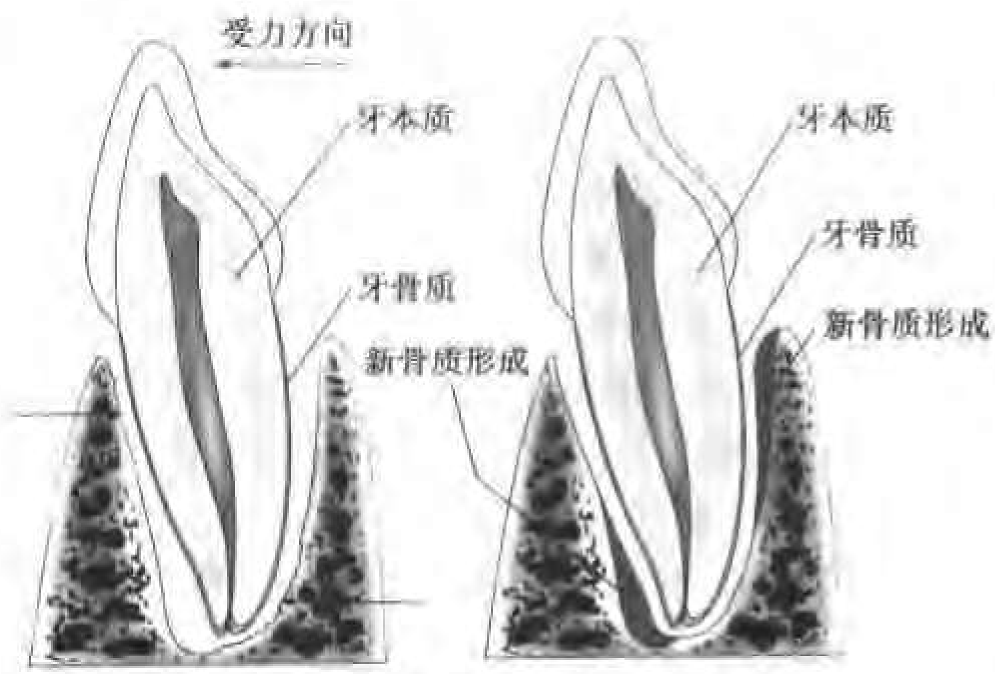


图2-6　牙槽骨的改建示意图

1. 牙生理移动时牙槽骨的改建　牙的生理性移动主要有二：一是由于补偿殆面磨损而不断向殆面方向移动；二是补偿牙冠邻面磨损的近中方向移动，以此来维持上下牙列以及相邻牙的正常邻接关系和颌间距离。当牙在生理性移动时，牙槽骨不断进行着吸收和增生的改建。

牙近中移动时，牙根远中面的固有牙槽骨，因受到牙周膜传递的牵引力而刺激骨质增生，镜下可见到束状骨成层地与根面平行的沉积，骨面有成骨细胞。与此同时，近中面的固有牙槽骨因受到压力而吸收，骨面有吸收陷窝和破骨细胞，看不到有沙比纤维的板骨。这样，牙就连同牙槽窝一起，逐渐向近中移动。

咬合移动是一种随着年龄增长而进行的正常生理现象。这种移动是周期性的，进行缓慢而移动得很少，但有的牙在失去对殆牙时，常发生显著的咬合移动，若干时日后，该牙竟比邻牙显然高出（伸长），牙槽突也发生废用性萎缩，甚至成为牙周病的因素。

2. 牙槽骨的增龄变化　随年龄的增长牙槽嵴的高度减少，与身体其他骨一样可出现生理性的骨质疏松，骨密度逐渐减低，骨的吸收活动大于骨的形成。

第三节　牙髓腔解剖

一、髓腔概述

牙髓腔（pulp cavity），位于牙体中部，其周壁除根尖孔外，绝大部分被坚硬的牙

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

本质包被，髓腔的形状与牙体外形基本相似。

（一）髓腔各部名称（图 2-7）

1. 髓室（pulp chamber）　髓室位于牙冠及牙根颈部分，是髓腔中较宽阔的部分，其形状与牙冠的外形相似。前牙髓室与根管无明显界限；后牙髓室呈立方形，分顶、底及四壁：与殆面或切嵴相邻的髓室壁称髓室顶；与髓室顶相对的髓室壁称髓室底；四周与轴面相邻的髓室壁，分别称近中髓壁、远中髓壁、唇、颊侧髓壁和舌侧髓壁。在髓顶侧髓室突出成角形伸向牙尖称为髓角，其形状、位置与牙尖的高度相关。髓角与殆面的距离因牙龄而异，乳牙与刚萌出不久的恒牙，髓角至殆面的距离近；老年人随着牙的磨耗与髓腔内径变小，髓角变低，殆面至髓角的距离变大，髓室底上髓室与根管的移行处称为根管口。

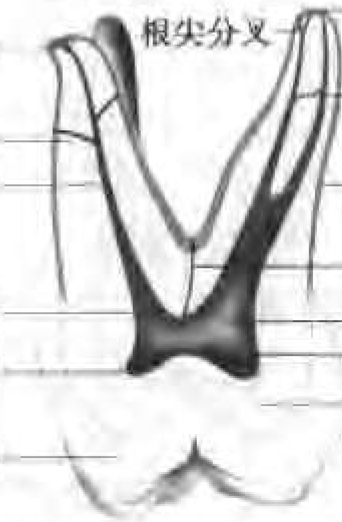


图 2-7　髓腔各部的名称

2. 根管系统（root canal system）　根管系统是髓腔除髓室以外的部分，包括根管、管间吻合、根管侧支、根尖分歧、根尖分叉及副根管。

（1）根管（root canal）：根管位于牙根内，有根尖孔与牙周相通。通常一个较圆的牙根内有 1 个与其外形相似的根管，但一个较扁的牙根内，则可能有 1 个根管、2 个根管或 1～2 个根管的混合形式，偶可见一个牙根内有 3 个根管者。根管与牙周组织沟通的孔，称为根尖孔。56.53% 的根尖孔位居根尖；43.47% 位于根尖旁侧，其中以舌侧最多，其余依次为远中、近中和唇、颊侧。根管的最狭窄处位于距根尖约 1mm 处的牙本质牙骨质界。

根据恒牙根管的形态，可将其分为四型。

1）单管型：从髓室延伸至根尖孔为单一根管，由 1 个根尖孔通出牙体外。单管型分布最广，遍及全口诸牙根，但出现率不一。上颌中切牙、上颌尖牙、上颌第一磨牙的舌根和上颌第二磨牙的舌根和远中颊根属纯单管型。

2）双管型：从髓室延至根尖为两个分开的根管，由 2 个根尖孔或合并成一个根尖孔通出牙体外。除上述纯单管型外，其余牙根均可出现双管型，其中以上颌第一前磨牙、上颌第一磨牙的近中颊根和下颌第一磨牙的近中根较为多见。

3）单双管混合型：一个根管离开髓室，再分为 2 个根管；或 2 个根管离开髓室，再合成一根管，亦可再分而复合，合而复分，形成复杂的根管类型，由 1 或 2 个根尖孔通出牙体外。单双管混合型可见于上、下颌第一、二前磨牙和上颌第一、二磨牙的近颊根及下颌第一、二磨牙的近、远中根。

4）三管型：1～3 个根管离开髓室，形成 3 个根管，由 3 个根尖孔通出牙体外；或其中二管先合成一管，再以 2 个根管分别开口于根尖，或 3 个根管至根尖合成一孔。三管型，见于上颌第一磨牙的近颊根和下颌第一磨牙的近、远中根，由于极为罕见，可视为变异型。

（2）管间吻合：为发自相邻根管间的交通支，可为 1～2 支呈水平、弧形甚或呈网状，多见于双根管型，根中 1/3 的管间侧支多于根尖 1/3、根颈 1/3 者最少。

（3）根管侧支：为发自根管的细小分支，常与根管呈接近垂直角度，贯穿牙本质和牙骨质，通向牙周膜，其通向牙周膜的孔，称为侧孔。由于发自根管，故称根管侧支而不应称为侧支根管。根尖1/3的根管侧支多于根中1/3，根颈1/3者最少。

（4）根尖分歧：为根管在根尖分出的细小分支，此时根管仍存在。根尖分歧通向牙周膜的孔，称为侧孔。根尖分歧较多见于前磨牙和磨牙。

（5）根尖分叉：为根管在根尖分散成两个或两个以上的细小分支，此时根管不复存在，根尖分叉偶可多达9叉。根尖分叉通向牙周膜的孔，称为侧孔。

（6）副根管：为发自髓室底至根分叉处的管道，多见于磨牙。副根管通向牙周膜的孔，称为副孔。

上述根管系统的六个部分，除根管是每个牙均恒定存在外，其余各部则变化较大：如有的牙具有根管、管间吻合；有的牙具有根管和根管侧支或根尖分歧；有的牙具有根管、管间吻合、根尖分歧和根尖分叉；有的牙则仅有根管，而无根管系统其他部分，因此，根管系统是对全口牙而言的。

综上所述，由于根管系统的存在，通过根尖孔根尖分歧和侧、副孔，密切了牙髓和牙周组织的联系；但在另一方面，却成为牙髓病和牙周病互相传播的途径，可使牙髓病和牙周病互为因果，相互影响。即牙髓病可通过根尖孔或副孔或侧孔引起牙周病，反之亦然。复杂的根管系统尚可影响根管治疗的效果。因此，熟悉根管系统的解剖形态，具有重要的临床意义。

（二）髓腔的增龄变化及病理变化

髓腔的形态随年龄的增长不断变化。乳牙的髓腔从相对比例看较恒牙者大，青少年恒牙的髓腔又比老年者大，表现为髓室大，髓角高、根管粗、根尖孔亦大。随年龄的增长，髓腔内壁有继发性牙本质沉积，使髓腔的体积逐渐减小，髓角变低，根管变细，根尖孔窄小，有的髓腔部分或全部钙化阻塞。

此外，髓腔病理性变化，如因外伤、酸腐、龋病或非功能性磨损等致牙本质暴露时在受伤处相对应的髓腔壁上形成修复性牙本质，致使髓腔缩小。

（三）髓腔解剖的临床意义

髓腔形态是临床进行牙体、牙髓和牙周疾病治疗的重要依据，这包括髓室的大小、位置、髓角的高低、根管口的位置、根管数目和粗细、根管的类型、弯曲程度和方向等，以便在进行牙体或牙髓治疗时有所准备，否则可发生意外，例如：高耸的髓角，在备洞或作嵌体针道时容易发生意外穿髓；弯曲的根管，在去髓和扩大时，容易造成器械折断或根管侧穿；根尖孔或牙根尚未完全形成者，器械、药物或充填物容易穿出根尖孔，引起根尖周组织病变。

二、恒牙髓腔形态

（一）前牙的髓腔形态

前牙的髓腔形态与相应的牙体外形相似，髓室与根管无明显界限，多为单根管。

1. 上颌切牙的髓腔形态（图2-8） 上颌切牙的髓腔较大，根管较粗，单根管，髓室与根管间无明显界限，根尖孔多位于根尖顶（约占58%）。

（1）唇舌剖面观：髓腔呈梭形，平颈缘处最宽，向切嵴方向缩小成尖形接近牙冠

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

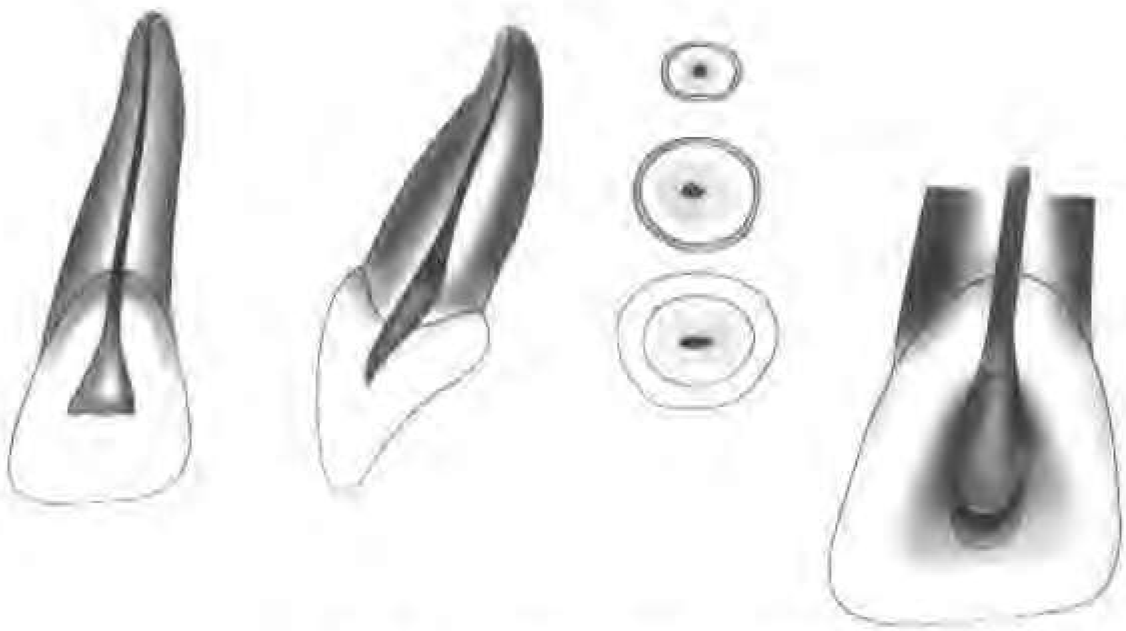


图 2-8 上颌切牙的髓腔形态

中 1/3，髓腔从颈缘向根尖逐渐缩小变细。

(2) 近远中剖面观：整个髓腔约呈三角形，髓室顶即三角形的底最宽，接近牙冠中 1/3 处。

(3) 牙颈横剖面观：髓腔与外形相似，上颌中切牙者约呈圆三角形，唇侧宽于舌侧；上颌侧切牙者约呈椭圆形或圆形，均位居剖面中央。

2. 下颌切牙髓腔形态（图 2-9） 下颌切牙髓腔体积最小，唇舌径大于近远中径，根管多为窄而扁的单根管，分为唇舌两管者约占 10%。根尖孔多位于根尖顶（约占 75%）。

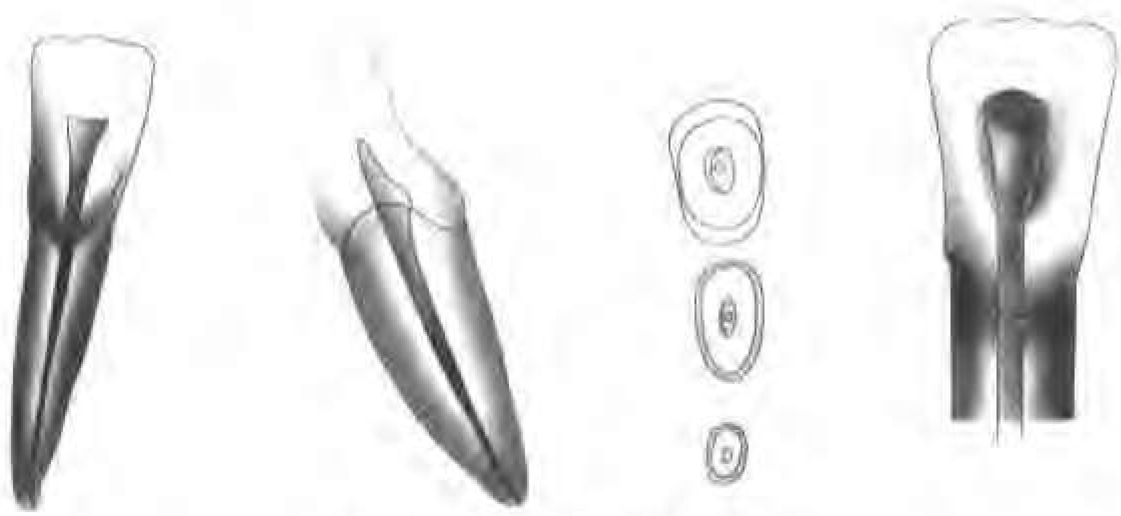


图 2-9 下颌切牙的髓腔形态

(1) 唇舌剖面观：髓腔中部的唇舌径较大，两端较小。髓室顶呈尖形，接近牙冠中 1/3，整个髓腔在牙根颈 2/3 一段较大，向根尖逐渐缩小。

(2) 远近中剖面观：髓腔呈狭长的三角形，三角形的底为髓室顶，略宽，接近牙冠中 1/3，向颈缘逐渐缩小，到颈缘则明显向根尖缩小。

(3) 牙颈横剖面观：髓腔呈椭圆形，唇舌径大于近远中径，位居中央。

3. 上颌尖牙的髓腔形态（图 2-10） 上颌尖牙是唇舌径很大而近远中径较窄的单根管，根尖孔多位于根尖顶（约占 54%）。

(1) 唇舌剖面观：髓室顶窄而尖，接近牙冠中 1/3，髓腔的切端 2/3 很宽，直到根尖 1/3 渐变窄，根尖孔比切牙大。



图 2-10 上颌尖牙的髓腔形态

（2）近远中剖面观：髓腔较窄，两端均呈尖形，髓角接近牙冠中 1/3，与牙尖相对，牙根颈 1/2 处髓腔较宽，到根尖 1/2 才逐渐变窄。

（3）牙颈横剖面观：髓腔较大，约呈圆三角形，唇侧宽于舌侧，位于牙根的中央，唇舌径大于近远中径。

4. 下颌尖牙髓腔形态（图 2-11） 下颌尖牙的髓腔与上颌尖牙者相似，髓腔亦为唇舌径大而近远中径较窄。其不同点为髓室和根管都较上尖牙窄、髓角较圆、根管为双管者占 4%。根尖孔多位于根尖顶（约占 68%）。

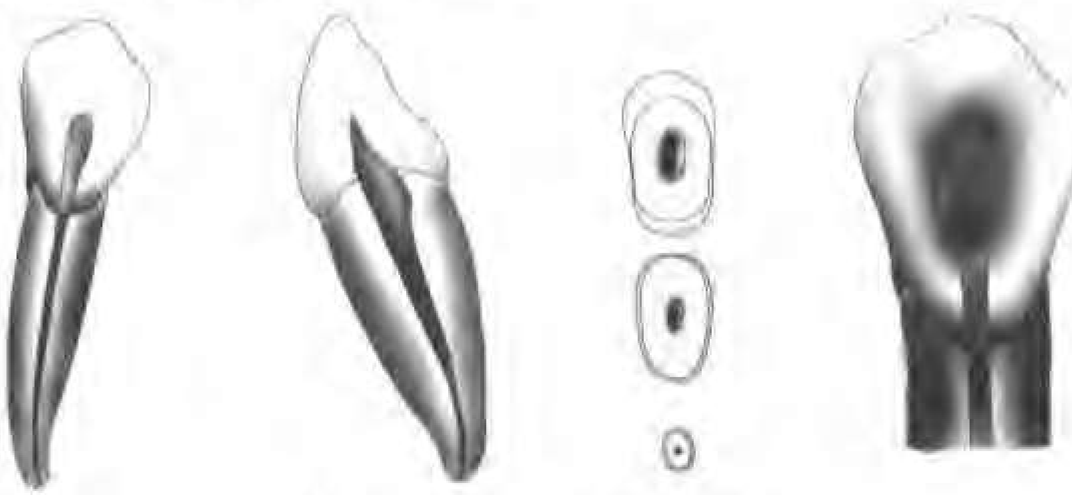


图 2-11 下颌尖牙的髓腔形态

（1）唇舌剖面观：髓腔的唇舌径较大，最大的一段位于牙冠颈部和牙根颈部 1/3 或 1/2，向根尖逐渐变细，髓角呈尖形，接近牙冠中 1/3 处。

（2）近远中剖面观：髓腔较窄，髓角圆钝，接近牙冠中 1/3 处，髓腔在髓角以下到牙根中部一段略宽，向根尖逐渐变细。

（3）颈横剖面观：髓腔约呈卵圆形，唇舌径较大，位于牙根中央。

5. 前牙髓腔的应用解剖

（1）上颌前牙髓腔的唇舌径在牙颈部最大，开髓时应从舌面窝中央，向牙颈方向钻入。

（2）上颌前牙根管的特点是粗大而直的单根管，作根管治疗时操作方便，效果较好。但由于根尖孔大，操作中应避免器械、药物、充填物等超出根尖孔外。

（3）下颌前牙的双根管多分布在唇舌向，在正面的 X 线片上，因双根管唇舌像相重叠，应改变投射的角度才能显示。在做根管治疗时，应仔细探查根管口的数目，以防漏治。

（4）下颌切牙根管较细，根管侧壁，厚约 1mm，根管治疗时应防止侧穿根管壁。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（二）前磨牙的髓腔形态

1. 上颌前磨牙的髓腔形态（图2-12）　髓室类似长立方形，颊舌径大于近远中径，髓室位于牙冠颈部及根柱内。髓室顶形凹，最凹处约与颈缘平齐。

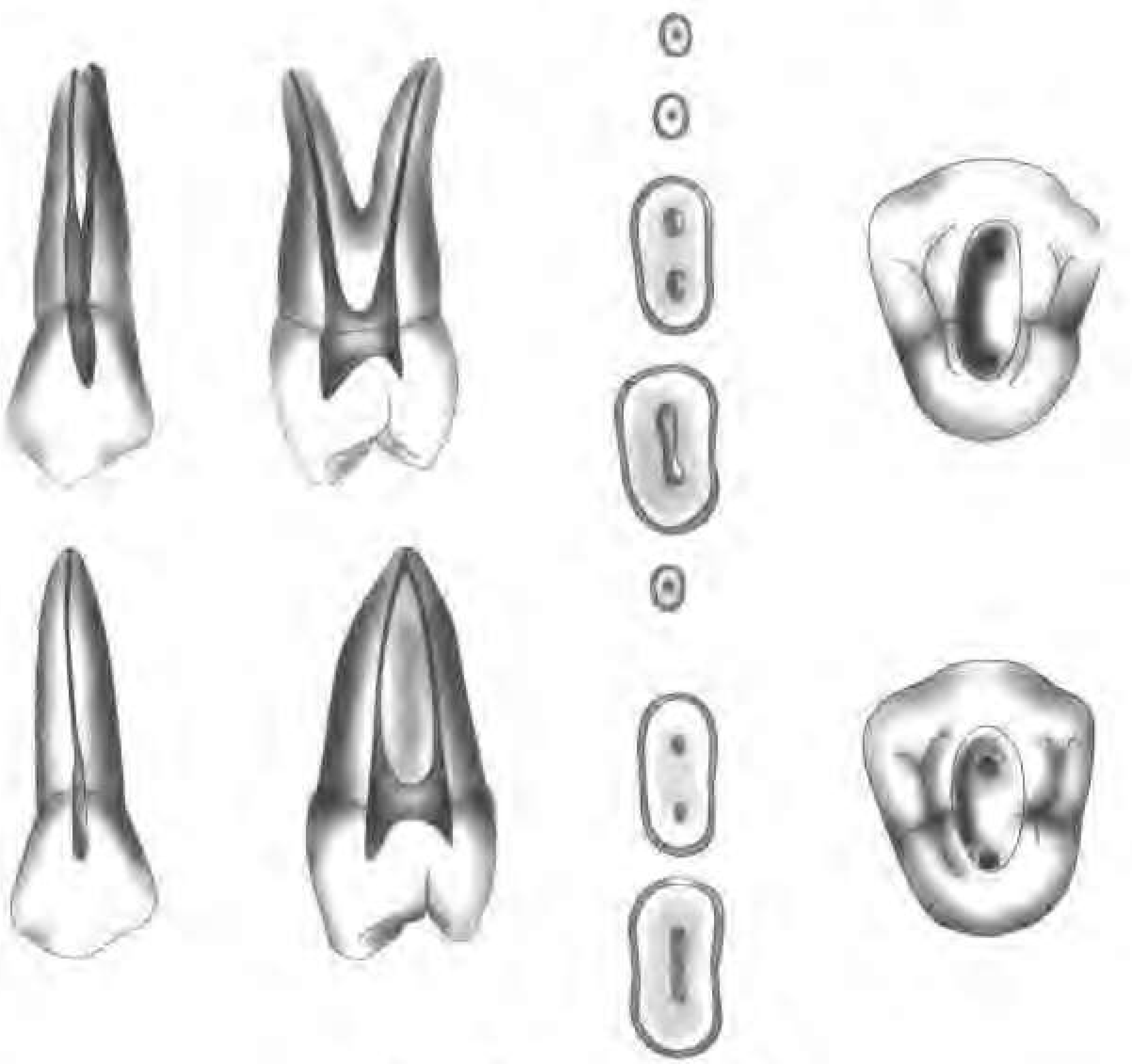


图2-12　上颌前磨牙的髓腔形态

（1）颊舌剖面观：有颊舌髓角分别突入颊尖和舌尖中，颊侧髓角较高，接近牙冠的中1/3处，舌侧髓角较低，位于牙冠颈部处（少数接近牙冠中1/3）。髓室底一般有1～2个根管口，偶尔有三个，与相应的根管相通。根尖孔多位于根尖顶（约占59%）。

（2）近远中剖面观：与尖牙略相似，髓室和根管均较窄小。

（3）颈横剖面观：髓室呈长条形，但颊、舌两端圆钝，颊舌径大于近远中径。部分髓室颊舌向中份缩小呈肾形。

（4）上颌前磨牙的根管类型（图2-13）：①单根单管型：从髓室延伸至根尖孔为单



图2-13　上颌前磨牙的根管分型

一根管。此型根管窄扁，颊舌径大，近远中径小，多至根尖1/3才缩小成管。②单根双管型：髓室较深，多在根中1/3分颊舌两管，至根尖由2个根尖孔或合并成一个根尖孔通出牙体外。③双根双管型：颊舌二根内各一个根管，从髓室内延伸至根尖。④单根单双管混合型：一个根管离开髓室，再分为2个根管；或2个根管离开髓室，再合成一根管，亦可分而复合，合而复分，形成复杂的根管型。

2. 下颌前磨牙的髓腔形态（图2-14、图2-15） 髓室的颊舌径与近远中径相近，髓室顶上有颊、舌两个髓角，髓室向下多与单根管相通。

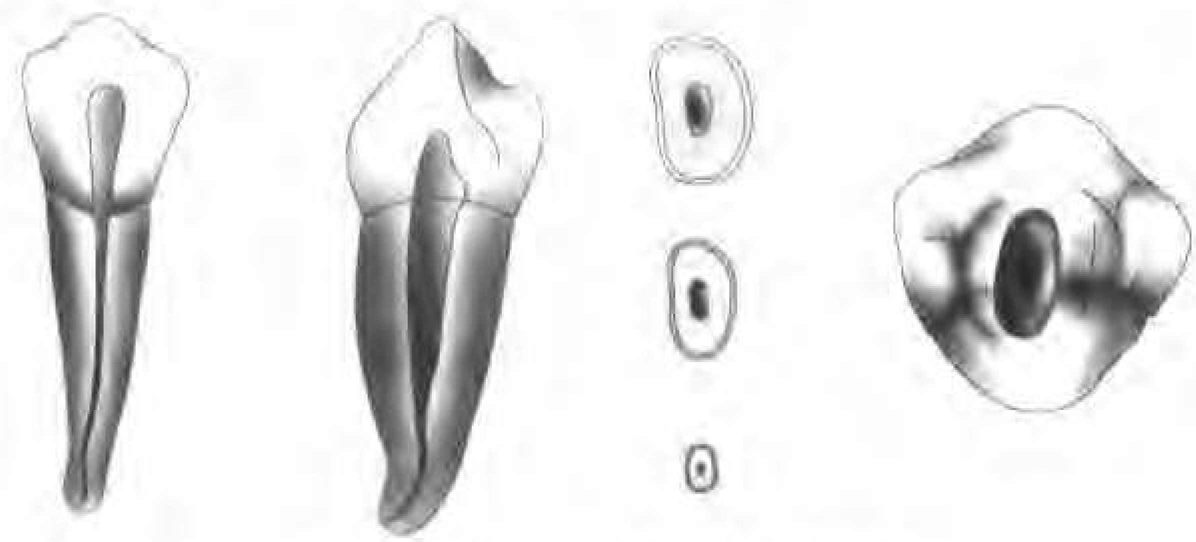


图2-14 下颌第一前磨牙的髓腔形态

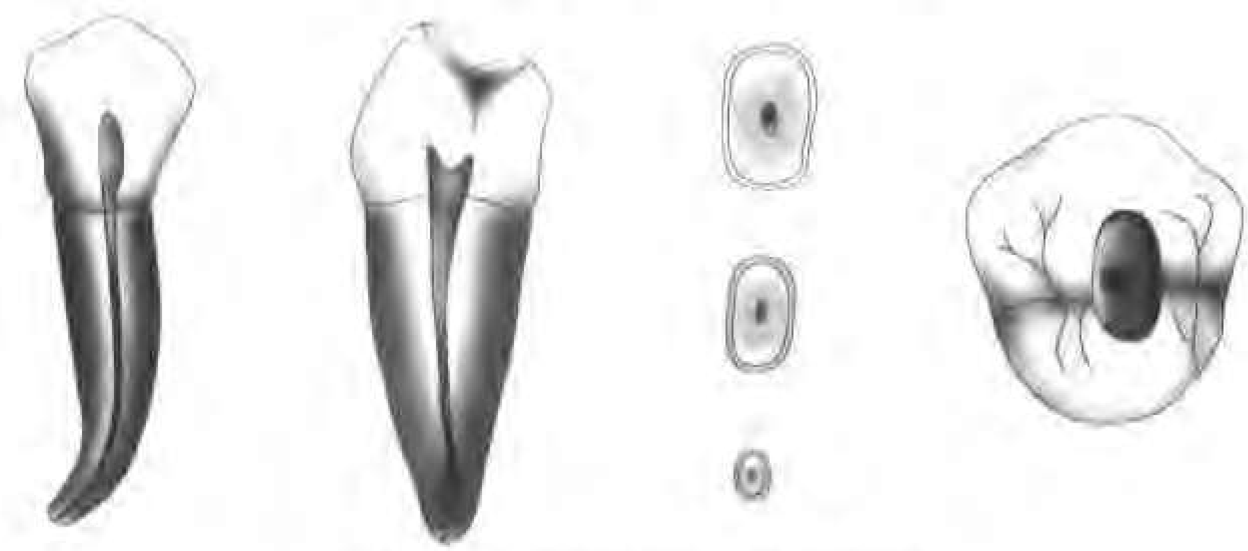


图2-15 下颌第二前磨牙的髓腔形态

（1）颊舌剖面观：下颌第一前磨牙颊侧髓角特别长，接近牙冠中1/3。舌侧髓角短圆而不明显，位于牙冠颈部。髓腔多在根尖1/3明显缩小成管，约占83%，或在根中部形成双管型或单双管混合型者约占17%。下颌第二前磨牙的颊舌二髓角明显，颊侧髓角稍长接近牙冠中1/3，舌侧髓角较短，位于牙冠颈1/3。髓腔多在根颈1/3与根中1/3交界处明显缩小成管。

（2）近远中剖面观：下颌第一、二前磨牙髓室和根管形似尖牙，但很狭窄。

（3）颈横剖面观：下颌第一、二前磨牙髓室多呈较长的椭圆形，颊舌径大于近远中径。

3. 前磨牙髓腔的应用解剖

（1）上颌前磨牙近远中径在牙合面宽而近颈部窄，开髓时应注意窝洞的形态和位置，防止从近中面或远中面穿孔。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（2）上颌前磨牙颊侧髓角较高，补牙备洞时应避免穿通颊侧髓角。

（3）下颌第一前磨牙因牙冠向舌侧斜度大，故颊尖位于牙冠中份，髓角又高，牙体预备时应避免穿髓；作根管治疗时，器械应顺着牙体长轴的方向进入，以免穿通根管侧壁。

（三）磨牙的髓腔形态

1. 上颌磨牙的髓腔形态　髓室似立方形，主要位于根柱内，髓室顶上有4个髓角与相应的牙尖相对应，髓室底上可见3～4个根管口，与相应的根管相通。

（1）上颌第一磨牙髓腔形态（图2-16）：上颌第一磨牙的髓室似矮立方形，髓室高度很小，颊舌径＞近远中径＞髓室高度。髓室顶形凹，最凹处约与颈缘平齐。髓室顶上近颊髓角和近舌髓角，二者均接近牙冠中1/3。远颊髓角和远舌髓角较低，均位于牙冠颈部处。髓室底上有3～4个根管口，排列呈颊、舌径长，近远中径短的四边形或三角形，近颊根管口距远颊根管口较近而距舌侧根管口较远，远颊根管口位于近颊根管口的远中舌侧。各根管口的形态是：近颊根管口较扁，若其再分颊、舌两根管口时，两根管口较圆小。远颊根管口略圆。舌侧根管口较宽大。近颊根管为双管型或单双管混合型者共约63%，远颊侧根管分为两管者约占9%，舌侧根管较宽大。

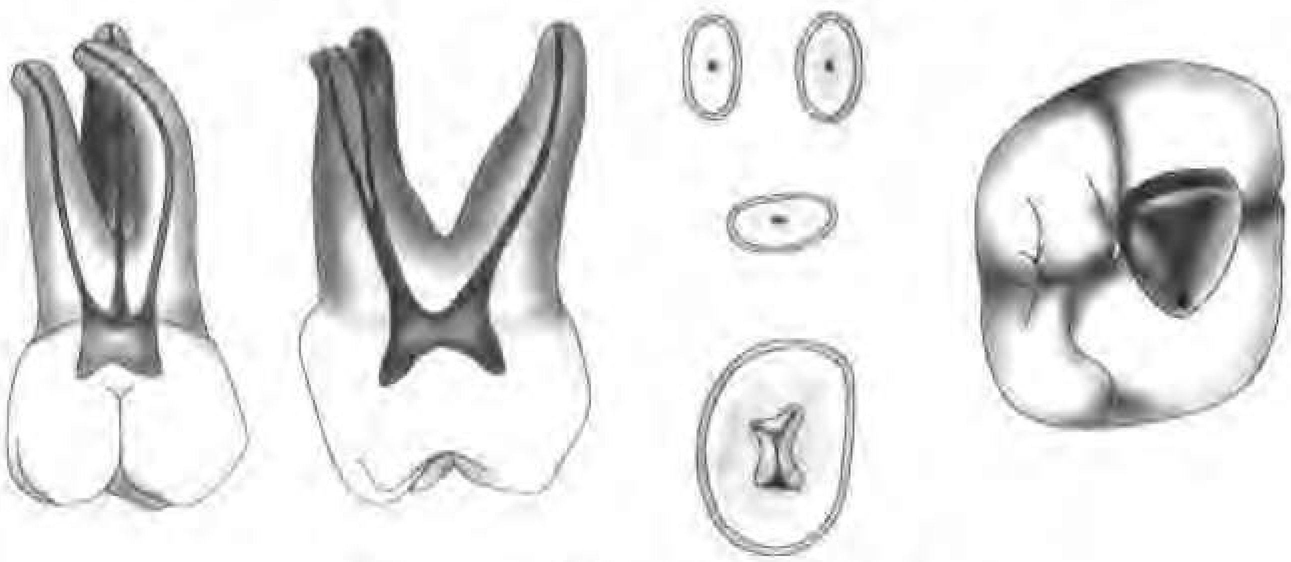


图2-16　上颌第一磨牙的髓腔形态

（2）上颌第二磨牙的髓腔形态（图2-17）：上颌第二磨牙的形态和功能与上颌第一磨牙相近，故其髓腔形态亦颇相类似，但较小。近颊根管为双管型或单双管混合型者共占30%，远颊根管和舌根管均为单根管。

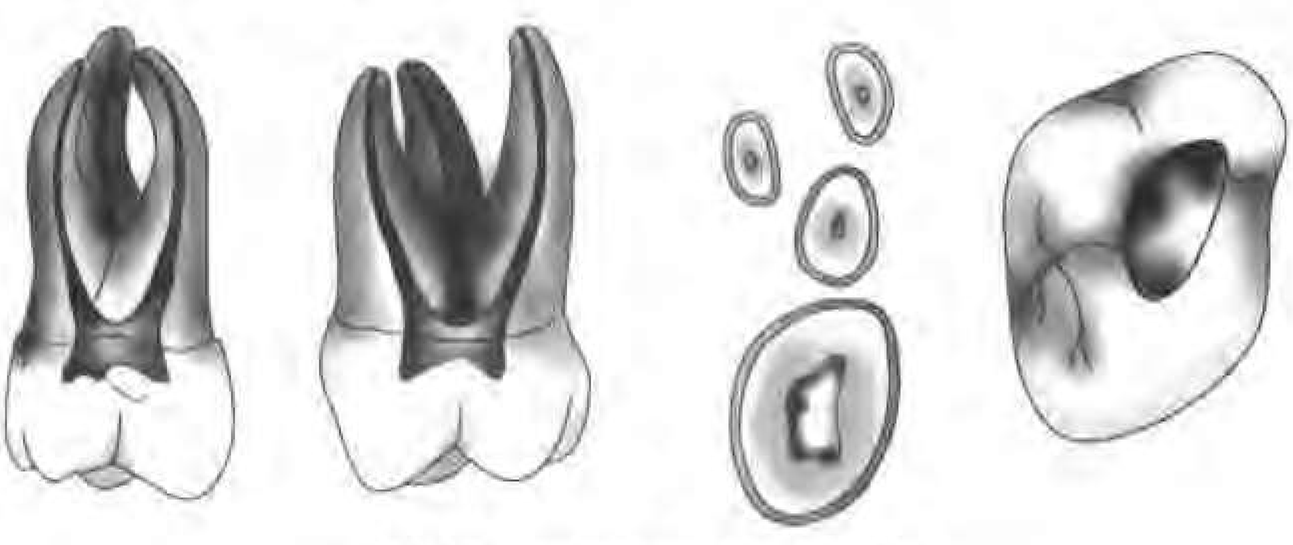


图2-17　上颌第二磨牙的髓腔形态

（3）上颌第三磨牙的髓腔形态：上颌第三磨牙是全口牙中形态变化最多的牙齿之一，其髓腔变化亦有其特点，主要表现在髓室大、根管粗和髓角较低。髓室底的位置常与牙根形态有关：三根者髓室底多在牙根颈1/3或中1/3；双根者髓室底多在牙根中1/3；单根或融合根管者，髓腔多在根尖1/3缩小成管。

2. 下颌磨牙的髓腔形态

（1）下颌第一磨牙髓腔形态（图2-18）：下颌第一磨牙髓室呈矮立方形，近远中径＞颊舌径＞髓室高度（约2mm）；髓室顶形凹，最凹处约与颈缘平齐，近舌髓角与远舌髓角高度相近，二者均接近牙冠中1/3。近颊髓角、远颊髓角和远中髓角较低，位于牙冠颈部或颈缘附近。髓室底轮廓为近远中径长、颊舌径短的四边形或五边形，髓室底上有2～4个根管口。近中根管为双管型或单双管混合型者共约占87%。远中根管为双管型或单双管混合型者约占40%。

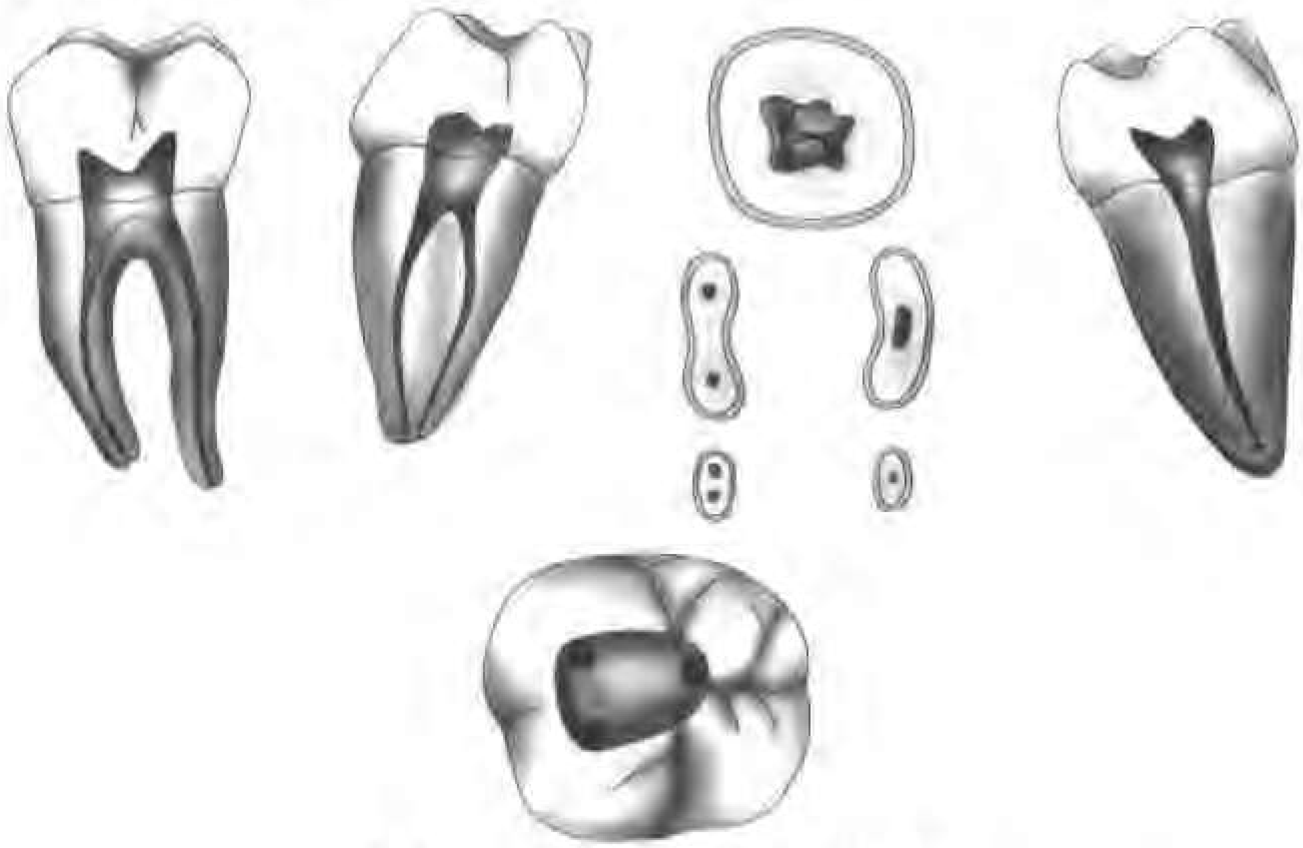


图2-18　下颌第一磨牙的髓腔形态

（2）下颌第二磨牙的髓腔形态（图2-19）：下颌第二磨牙的髓腔形态与下颌第一磨牙相似。近中根管为双管型或单双管混合型者共约占64%。远中根管为双管型或单双管混合型者共约占18%。下颌第二磨牙近远中根在颊侧融合，根管亦在颊侧连通，根管横断面呈U字形者约占10%。

（3）下颌第三磨牙的髓腔形态：由于此牙的外形变异较多，其髓室及根管亦同样依其外形而异。髓室、根管均较大，有二根者则为二根管，为融合根者则多为单根管。

3. 磨牙髓腔的应用解剖

（1）上颌第一、二磨牙近颊髓角和近舌髓角较高，补牙备洞时应避免穿髓。

（2）上颌第一、二磨牙颊侧二根管口相距甚近，应注意寻找，该二根管较小略弯曲，根管治疗时应注意根管走行的方向。

（3）上颌第二磨牙有时颊侧二根融合为一粗大的根和根管，治疗时应加注意。

（4）下颌第一、二磨牙因髓室顶与髓室底相距较近，开髓时应防止穿通髓室底。

（5）下颌第一、二磨牙因舌侧髓角高于颊侧髓角，近中髓角高于远中髓角，牙体

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

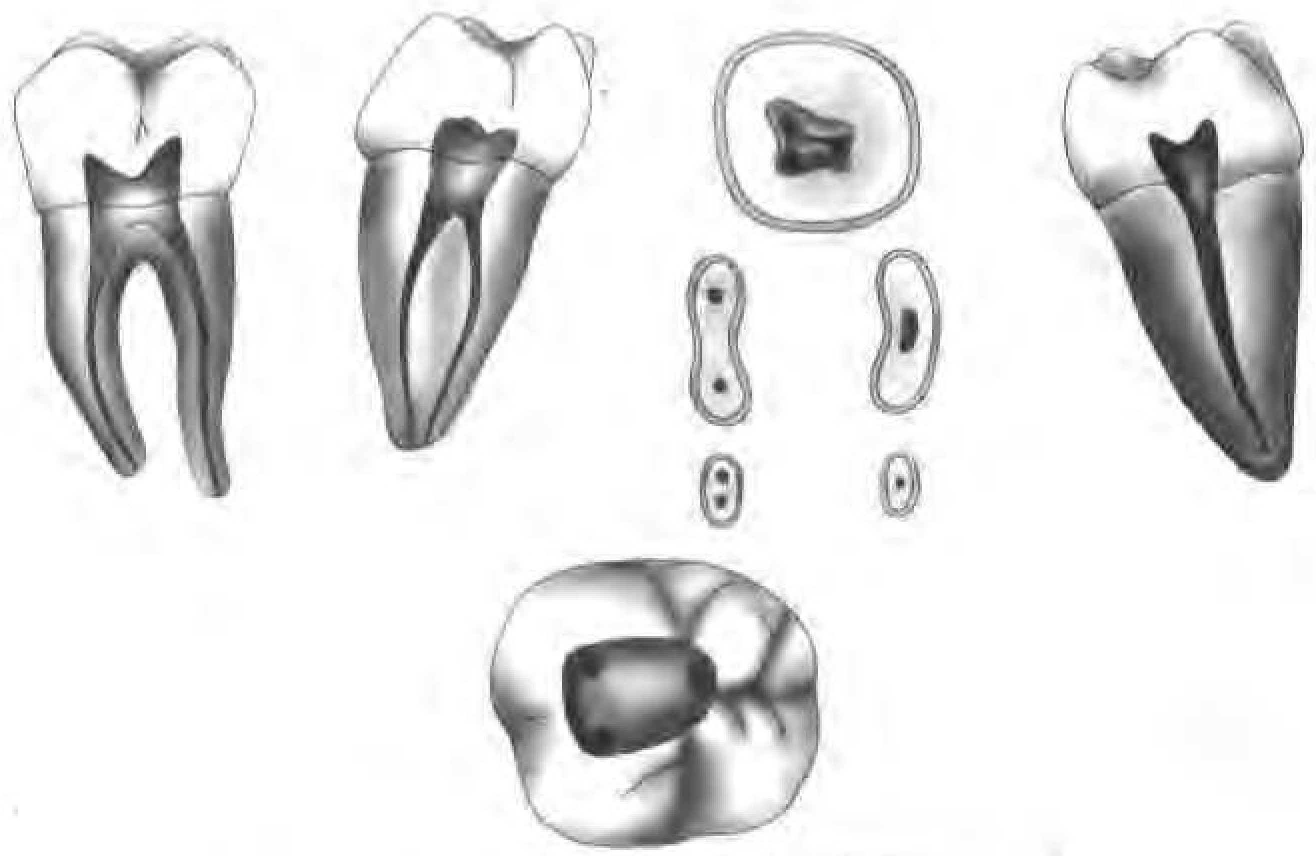


图 2-19 下颌第二磨牙的髓腔形态

预备时应注意髓角的位置。

（6）下颌第一磨牙远中舌侧根管细小弯曲，治疗时应加注意。

（7）下颌第二磨牙有时近、远中根在颊侧融合，根管亦在颊侧连通、根管横断面呈 U 字形，开髓时勿将根管在颊侧的连通误认为是被穿通的髓室底。

（8）下颌磨牙牙冠向舌侧倾斜，即牙冠颊面近颈部突出，牙冠舌面近船缘较突出，其髓腔亦偏向颊侧，故开髓部位应在船面偏向颊尖处；若在船面正中央处开髓，尤其是偏向舌侧，常致舌侧薄弱而折断。

三、乳牙髓腔形态

乳前牙多为单根管，偶见下颌乳切牙根管分为唇、舌向两根管。

乳磨牙通常都有三个根管，上颌乳磨牙有两个颊侧根管，一个舌侧根管；下颌乳磨牙有两个近中根管，一个远中根管。下颌第二乳磨牙有时可出现四根管，其分布为近中两个根管，远中两个根管（图 2-20、图 2-21、图 2-22、图 2-23）。



图 2-20 上颌第一乳磨牙髓腔形态

乳牙的髓腔形态与乳牙的外形相似。按牙体比例而言，乳牙髓腔较恒牙大，表现为髓室大、髓壁薄、髓角高、根管粗、根管方向斜度较大，根尖孔亦大，故在制备洞型时，应注意保护牙髓，防止穿髓。由于乳牙髓腔大，牙髓治疗效果好。

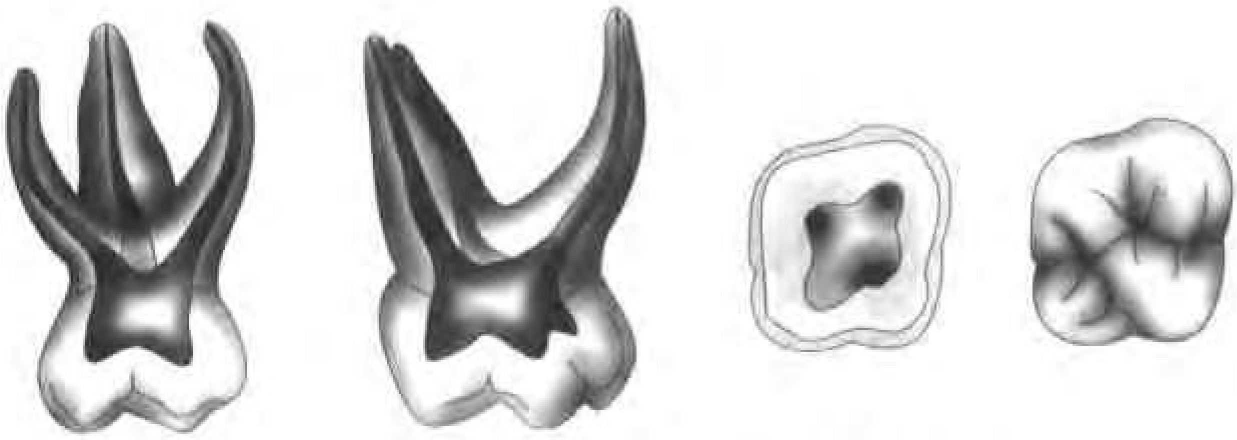


图 2-21 上颌第二乳磨牙髓腔形态

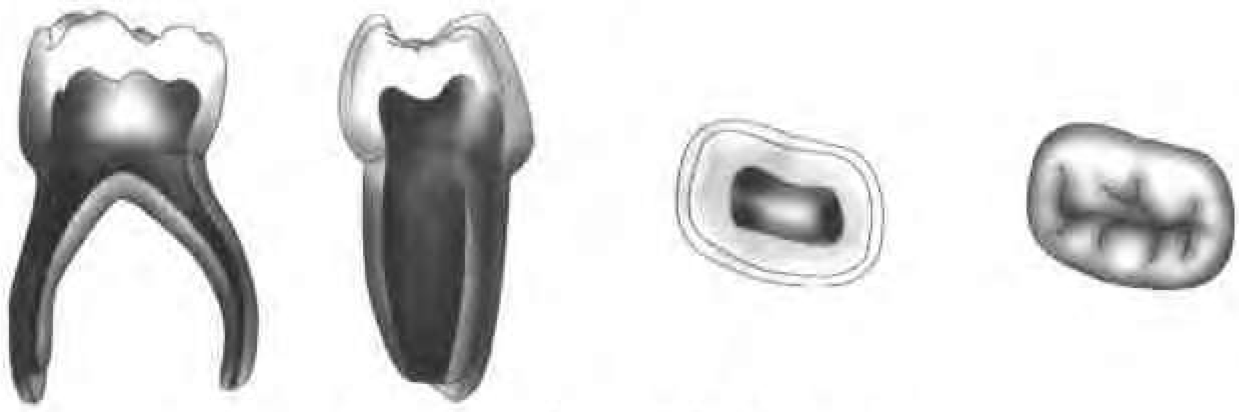


图 2-22 下颌第一乳磨牙髓腔形态



图 2-23 下颌第二乳磨牙髓腔形态

（阎 英）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第三章
根尖周病的病因及发病机制

根尖周炎主要是由牙髓感染发展而来，而引起牙髓感染的原因很多，主要有细菌感染、物理和化学刺激、创伤以及免疫反应等。根尖周炎最常形成反应性肉芽肿和根尖囊肿，并伴有患牙根尖周骨吸收。根尖周炎和骨组织的吸收破坏实际上包含着一系列复杂的免疫学机制，在机体保护牙髓和根尖周组织的同时，间接地引起牙周组织的破坏，特别引起骨组织的吸收。根尖周感染和组织降解的调节机制非常复杂。在宿主方面，引起根尖周炎的主要因素有细胞因子、花生四烯酸衍生物、神经肽、抗体和补体（图 3-1）。此外，外源性的抗感染因子和生物反应修饰因子也可影响根尖周反应程度。



图 3-1　根尖周炎症和骨破坏途径

第一节　根尖周病的病因学

一、细菌因素

细菌感染在根尖周炎中起着重要作用。牙髓的细菌感染可由龋病、创伤和牙科手术操作所引起。细菌感染常发展为整个牙髓的坏死和根尖周炎，并伴有局部的骨吸收。

（一）细菌感染的动物实验

Kakehashi 等人用外科手术暴露日常鼠和无菌鼠牙牙髓，牙髓暴露在口腔中 42 天，最终日常鼠牙的牙髓均出现了牙髓坏死且有根尖脓肿、肉芽肿，而无菌鼠牙髓无明显炎症，未发现根尖脓肿、肉芽肿，且有反应性牙本质桥形成，这充分说明了细菌在牙髓，根尖周炎症中的作用，同时还表明了牙髓在没有感染的情况下，有一定的自我修复能力。

Moller 等对 26 个牙髓无菌坏死的猴牙观察了 6 个月，发现它们仍保持无菌，除少数牙根尖周有轻度炎症细胞浸润外，大多数未引起根尖周任何病变。对猴牙根尖周模型的细菌学研究也发现，牙髓无菌坏死的猴牙在 120 ~ 150 天实验期内未产生根尖周炎，而暴露髓腔 2 周和接种了细菌的猴牙均引起了根尖周炎。实验发现受过创伤的牙伴有根尖周病变的根管中有细菌生长，而没有根尖病变的牙根管中没有细菌的生长。根尖周炎症的严重程度与根管内的细菌和接触细菌时间的长短有关。坏死的牙髓组织的组织分解毒性产物和产生的自体抗原蛋白并不能引起根尖周炎症。在猴子的牙髓实验中，用无菌处理并充填根管，不会发生根尖周炎，相反，将感染的牙髓组织植人到根尖可引起根尖周炎。由此可以看出牙髓感染是根尖周炎发生发展的必不可少的前提条件。

（二）细菌感染的途径

在正常情况下，牙髓和牙本质受到外层釉质和牙骨质的保护。当釉质和牙骨质被破坏时，牙髓组织就容易受到外界刺激的影响。

1. 经牙本质小管感染　牙本质小管从牙髓向外延伸至釉牙本质界和牙本质牙骨质界。当釉质和牙骨质丧失时，细菌及其毒性产物可以穿过牙本质小管到达牙髓从而导致牙髓感染。有研究报告，当覆盖牙髓的牙本质厚度≤0.22mm 时，髓腔内就可能发现细菌。有时细菌虽未能直接侵人髓腔，但细菌及毒性也可以通过很薄的牙本质小管到达牙髓组织，从而引起牙髓病变。

活髓牙对外界刺激有一定的反应能力，可通过牙本质小管末端钙化和修复性牙本质形成等防御机制降低微生物的侵人速度。在死髓牙和无髓牙中，细菌在牙本质小管内的侵人速度较快。

值得注意的是，大多数充填材料与牙体之间存在有微漏。在牙体充填治疗时如不使用洞漆和（或）洞衬剂封闭牙本质小管，细菌就可能通过微漏进人牙本质小管。牙周病时牙骨质被破坏或因治疗需要去除牙骨质时，细菌侵入牙本质小管的机会也会增加。

2. 经牙髓暴露感染　由于种种原因导致牙髓暴露时，口腔环境中的细菌可以直接感染牙髓，例如龋病、牙体重度磨损、楔状缺损、牙体外伤、意外穿髓等。牙髓可表现为慢性炎症也可快速坏死。在牙髓坏死后，根管系统成为各种细菌繁殖的场所。感染根

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

管内的细菌可经根尖孔或侧支根管累及根尖周组织，牙体外伤、龋损和治疗不当可以使牙髓直接暴露于口腔环境，与细菌及其代谢产物直接接触。牙髓组织的炎症变化取决于细菌的毒力、宿主的抵抗力和牙髓炎症引流的通畅程度。

3. 经牙周袋感染 患牙周病时，细菌可从牙周袋经根尖孔和侧支根管感染牙髓。邻牙有根尖周病时，细菌也可通过根尖孔进入髓腔感染牙髓。

4. 经血源感染及引菌作用 此感染通路很少见。当发生菌血症时，循环在血流中的细菌可选择性地沉积于各种原因而发生营养代谢紊乱或创伤的牙髓，且在局部不断增殖，这种作用叫引菌作用。这一作用可解释无牙髓暴露的创伤牙的根尖和牙髓感染通路。

（三）根管及根尖病变中的细菌

根管的缺氧环境以及根管中的组织和组织液为细菌提供了营养来源，使根管成为细菌生长的独特的生态场所。慢性感染根管中的细菌主要是革兰阴性厌氧菌，它们包括普氏菌、卟啉菌、消化链球菌、链球菌、肠球菌、弯曲杆菌、梭形杆菌和丙酸菌。卟啉菌和普氏菌在以往分类上，属于类杆菌属中的产黑色素菌群。现已成为独立的菌属，是感染根管内最常见的优势菌，其中牙髓卟啉菌几乎只在感染根管中出现，且检出率较高，被认为是牙髓感染的特有病原菌。动物实验中发现在根尖孔处，氧含量最低，厌氧菌的数量最多，当厌氧菌的数量增多时，兼性厌氧菌减少。实验还发现牙髓、根尖周感染的细菌与深牙周袋中的细菌组成有一定相似性。混合感染导致的炎症程度比单细菌性感染严重，在猴子的实验中，口腔类杆菌和厌氧消化链球菌的混合感染对根尖周组织的破坏要比单纯的米勒链球菌或口腔类杆菌感染的破坏要强。目前认为，根管和根尖周的感染是以厌氧菌为主的混合感染，厌氧菌在根尖周炎的发生和发展中具有重要作用。

感染根管内的优势菌常从有症状的病例中检出，其感染与根尖周病的临床症状和体征关系密切。研究表明，卟啉菌和普氏菌、消化链球菌、真杆菌等与根尖部出现疼痛、肿胀、叩痛和窦道形成有关，其中产黑色素普氏菌、牙髓卟啉菌和牙龈卟啉菌与急性根尖周炎症和根管内恶臭关系最密切。顽固性根尖周病变和窦道经久不愈可能与放线菌感染有关，因此，临床医生对正在接受根管治疗而根尖周损害还在加重的病例，应考虑到根尖周放线菌感染的可能性。

（四）根尖周炎的细菌致病机制

进入牙髓或根尖周组织中的细菌可产生多种有害物质，它们可直接损害组织细胞，或通过引发炎症和免疫反应间接导致组织损伤。这些致病物质主要是内毒素、酶和代谢产物。

1. 内毒素 内毒素是革兰阴性细菌的胞壁脂多糖 LPS，可在细菌死亡崩解时释放出来，也可由活菌以胞壁发泡的形式所释放。内毒素是很强的致炎因子，可诱发炎症反应，导致局部组织肿胀，疼痛以及骨吸收。它对细胞有直接损害作用；还可激活 T 细胞、B 细胞，调动免疫反应，加重组织损伤。

感染根管及根尖周病变中的优势菌多为 G^- 细菌，如卟啉菌、普氏菌、梭形杆菌和类杆菌等，内毒素就存在它们的胞壁之中。研究表明，坏死牙髓、根尖肉芽肿和根尖脓肿内均含有内毒素，其含量与临床症状和骨质破坏的范围呈正相关。这些提示了细菌内

毒素在致病中的作用。

2. 酶　细菌可产生和释放多种酶，导致组织的破坏和感染的扩散。一些厌氧菌，如真杆菌、普氏菌、消化球菌和卟啉菌，可产生蛋白溶解酶、胶原酶、硫酸软骨素酶和透明质酸酶，这些酶可使组织基质崩解，有利于细菌的扩散。细菌产生的蛋白酶和核酸酶还可降解蛋白质和 DNA，直接损伤牙髓和根尖周组织内的细胞。

3. 代谢产物　细菌生长过程中释放的代谢产物，如氨、硫化氢、吲哚和有机酸等，能直接损害细胞，导致组织损伤。

此外，菌体的许多成分具有抗原性，通过诱发机体免疫反应，可间接造成组织损伤。

二、创伤和医源性因素

牙齿的物理性创伤、能造成牙本质脱水或过度受热等牙科手术操作可引起牙髓和血供的损害而导致炎症。这些刺激引起的应激反应可产生内源性炎症介质，如激肽、神经肽、和前列腺素，它们使血管渗透性增大，淤血和白细胞的渗出。循环受损的结果又可促进经引菌作用而引起的血源性牙髓感染。但当创伤非常严重时，牙髓的血供直接被阻断，牙髓坏死，但通常不被感染，因为血液中的细菌没有机会侵入到受损的组织中。

尽管牙髓感染与根尖周炎症之间的相互关系已非常明确，然而如果牙髓无感染是否会产生根尖周炎？非微生物的物质，如根管充填物是否引起根尖周组织的破坏？有大量的临床上成功的根管治疗出现组织学上的根尖周炎症表现，这可能反映有残留细菌或细菌产物的存在或根管充填物的刺激作用。牙髓感染还可由未做垫底的充填体的充填材料所引起，但不能确定炎症是由材料本身的毒性作用所引起，还是继发性感染。在许多有关这方面的研究表明，边缘渗漏和牙髓暴露在唾液的细菌和它们的成分中，可能是非常重要的致病因素。

一些对照研究提出根管充填材料可直接引起根尖周感染，当这些材料从根尖孔被压进根尖周组织中时，会发生以中性粒细胞的浸润和其他慢性炎症细胞的浸润为特征的异物反应。淋巴细胞和浆细胞的出现提示是特异性的抗原免疫反应，这种特异性免疫反应是由根管充填物和材料中具有半抗原成分所引起。

在狗的牙髓实验中，根管暂封剂或药物可引起细胞介导的免疫反应和抗体产生。但在常规治疗的情况下暴露在根尖周组织中的根管充填材料是否具有免疫源性还存在争议。一些研究者发现在病人进行根管治疗后会对根管内封物没有产生血清抗体和迟发性过敏反应，因此认为这些产物不会引起的系统性致敏，在治疗后出现的根尖周炎症可能是非特异炎症反应或表明有残余细菌或它们的成分存在。

第二节　根尖周病的组织病理学

一、牙髓的反应

在根尖周组织受累之前，感染导致的炎症首先波及牙髓。正常牙髓是一个具有免疫

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

活性的组织，它具有对包括细菌在内的病原刺激物的反应能力。在成牙本质细胞层中有抗原提呈的树突状细胞，在牙髓的中心区有巨噬样细胞的存在。可见少量的抑制性T细胞，而B细胞很少或没有。在正常牙髓中浆细胞是缺乏的。

在感染早期，牙髓对进入牙本质小管的细菌和细菌产物的反应为中性多形核白细胞和单核细胞的浸润，当感染加重时，细胞的渗出更多，并表现为一种混合的特性，包含有作为特异性免疫成分的辅助性T细胞和细胞毒性T细胞、B细胞、浆细胞，作为非特异成分的有中性多形核白细胞、单核细胞和自然杀伤细胞（NK）。免疫球蛋白G和A的水平升高。组织的损害过程可形成小脓肿或牙髓的灶性坏死，最终可导致全部牙髓坏死。

二、根尖周反应

根尖周病损是一种对牙髓感染的局部免疫反应。这可能被认为是第二道防线，目的是将感染局限在根管系统内（图3-1）。根尖周炎症反应概括来说就是牙髓对感染的反应，并伴有根尖周骨组织的破坏。在鼠的实验中，在牙髓暴露的第3天，最早的根尖周反应是中性多形核白细胞和单核细胞的浸润。当病变进展为牙髓坏死时，会出现根尖周炎症细胞渗出，破骨细胞增多，骨组织破坏，而根尖孔处的牙髓仍有活动。这可以解释临床上所遇到的，伴有根尖区透光阴影的牙仍有活力和疼痛。这也提示牙髓感染是通过宿主本身的介质间接引起根尖周组织破坏，不是细菌的直接作用。

人和动物的慢性根尖周病损中炎症细胞的浸润具有相同的特征，出现T淋巴细胞、B淋巴细胞、中性多形核白细胞、巨噬细胞、浆细胞、NK细胞、嗜酸性粒细胞和肥大细胞的混合浸润。在根尖肉芽肿中，近50%的渗出成分是细胞，T细胞的数量常超过B细胞，同时还有大量的中性多形核白细胞。

T淋巴细胞中，不仅有辅助性T淋巴细胞还有抑制性T淋巴细胞。有报道在慢性根尖周病损中，辅助性T淋巴细胞与抑制性T淋巴细胞的比率是低于外周血的。这个结果与慢性边缘性牙周炎的结果是相似的。

通过外科手术造成鼠牙的牙髓暴露和感染，在第2天出现牙髓坏死，第7天出现根尖区骨组织破坏。在7~20天后进入快速破坏阶段（活动期），在此之后出现缓慢地吸收（慢性期）。Kinetic的研究提出，在牙髓暴露的前几天，细胞浸润几乎没有差异，当病变开始变得更慢时，抑制性T淋巴细胞显著增多，这表明在早期，抗原暴露刺激辅助T淋巴细胞增生，结果导致在根尖区病损中抑制性T淋巴细胞的免疫活性被过度抑制。在根尖周病损中，已被检测的免疫球蛋白产生细胞，其中IgG阳性细胞占70%、IgA阳性细胞占14%、IgE阳性细胞占10%、IgM阳性细胞占4%。高水平的IgG和IgA出现在较大的病损中。局部抗体产生是对感染的微生物的反应。人工培养根尖周组织能产生高水平的抗体，这些抗体是针对常见的根管的病原菌，如中间型卟啉菌、牙髓卟啉菌、牙龈卟啉菌、伊氏放线菌、和具核梭杆菌。根管内的抗原也可刺激全身的抗体反应。脂多糖和细菌的其他抗原可引起全身抗体反应。局部或全身产生的抗菌抗体可通过调理素和补体系统，保护根尖周组织抵抗细菌的侵入。

Kinetic 研究虽然不能证明根尖区病损的扩大与抗体产生细胞的数量有相关性，然而，抗体介导机制可能是根尖病损的致病机制，这些抗原抗体复合物参与了超敏反应，免疫复合物可促进根尖周骨组织的破坏。在病损中还可见到补体成分，补体和补体产生的裂解产物（C3a，C5a）对中性多形核白细胞有趋化作用。在感染牙髓中中性多形核白细胞所产生弹性蛋白酶、组织蛋白酶-G 和白三烯 B4，对组织的破坏性增强。结合有 IgE 的肥大细胞出现加重了根尖周的超敏反应。

第三节　根尖周病的免疫药理学

根尖周的炎症和组织破坏主要是由宿主产生的介质所引起，而这些介质又是由感染而产生的。这些介质帮助中和感染，但也可能引起组织变性破坏。在根尖周炎症和破坏中，与以下一些介质有密切的关系。

一、细胞因子

很早就注意到，早期的根尖周病变中有中性粒细胞和单核细胞的移出。细胞因子如白细胞介素 8（IL-8）和单核细胞趋化肽 1（MCP-1）可刺激白细胞的浸润。细胞因子白细胞介素 1a（IL-1α）、IL-1β、肿瘤坏死因子 α（TNFα）、TNFβ、IL-6 和 IL-11 具有骨吸收作用，都含有过去所称的破骨细胞活化因子（OAF）。在人类，IL1β 主要是引起骨吸收。最先出现的细胞因子是 IL-1 和 TNFα，继而诱导其他介质如 IL-6 和 IL-8 的产生。不仅巨噬细胞可产生大量的 IL-1 和 TNFα，其他细胞如成纤维细胞、角源细胞、成骨细胞和破骨细胞都可以产生 IL-1 和 TNFα。IL-1 对刺激骨吸收的作用要比 TNFα 要强得多。IL-1 和 TNFα 对根尖周组织破坏具有重叠效应，能诱导前列腺素 E_2（PGE_2）和蛋白酶产物，抑制骨形成。

促炎症细胞因子，IL-1α、IL-1β，TNFα 和 IL-6 在人的慢性根尖病损中被检测到。IL-1β 存在于炎症的牙髓和根尖周组织中。有症状的根尖周炎的病变中 IL-1β 水平较高。在人的根尖周炎组织渗出物中 IL-1β 的水平是 IL-1α 的两倍。在治疗后 IL-1β 水平下降，而 IL-1α 水平提高，提示 IL-1β 与疾病有重要的相关性。TNF 在根尖周渗出物中被检测到。具有溶骨活性的 IL-6 在根尖周组织和根尖囊肿中存在。根尖周炎症中是否有 IL-11 参与还不太清楚。人的根尖周病损的提取物具有明显的骨吸收作用，这种作用可以被抗 IL-1β 抗体中和，而不能被 TNFα 抗体中和，因此，提示 IL-1β 在根尖周骨吸收中起十分重要的介导作用。

在鼠的实验中可了解到细胞因子在根尖周炎症和骨吸收中所起的作用。在牙髓暴露后 2 天，受感染的牙髓可检测到 IL-1α 的 mRNA 和蛋白。在进行性的根尖周病损中有高水平的 IL-1α 的 mRNA 和蛋白，相反，IL-1β 只表现为低水平而 TNFβ 缺乏。在病损扩大的活动期阶段根尖周组织提取物的骨吸收活性最高，在活动期和慢性期两个阶段中 IL-1α 都发挥着十分重要的骨吸收活性作用，研究中发现 IL-1α 促进骨吸收的效能是 TNFα 的 25 倍。用 IL-1 受体拮抗剂注人活体鼠中，特异性抑制 IL-1，经过 14 天之后，病损的损害减少了近 60%，至少在动物模型中可以确定 IL-1 在根尖周骨破坏的相关作

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

用。通过对照研究10%～15%的吸收是PGE_2的作用。TNFα对骨吸收没有起到十分重要的作用。

二、花生四烯酸衍生物

花生四烯酸衍生物也与牙髓和根尖周炎有关。在有症状的牙髓和急性根尖周病损中存在有高浓度的PGE_2。牙髓感染时，6-酮前列腺素$F_1\alpha$（$PGF_1\alpha$）、血栓素B_2（TXB_2）、白细胞趋化物C_4等产物增多。在牙髓中注入细菌脂多糖能使所有的花生四烯酸衍生物增多。PGE增加血管的通透性和骨吸收，在鼠的根尖周提取物中PGE，对骨吸收的作用占10%～15%。

PGE是通过与其他介质协同来发挥强大作用，它的主要作用可能是增强破骨细胞对其他细胞因子的敏感性。

三、激肽和神经肽

牙齿的神经支配和神经的作用可能通过分泌神经肽来调节炎症反应，这个过程被称为神经源性炎症。这种反应包括血流加快，血浆渗出和白细胞聚集，其作用通过增加灌流保障组织存活，除去有害物质，并把吞噬细胞带到感染部位。神经源性炎症反应的保护作用已被证实。牙髓暴露的有神经支配的牙齿要比没有神经支配的牙齿发生组织坏死和根尖周破坏的少。在这些实验中，牙髓暴露很少，因此最初限制了组织损害和感染微生物的接种，而内源性的牙髓防御机制是有效的。含依赖性降钙素激肽的感觉纤维与刺激牙本质的形成密切相关。尽管在牙髓中神经源机制已被广泛地研究，感染而导致的牙髓坏死，而损伤可引起根尖周局部的感觉神经增生。因此，根尖周炎症的神经介导可能很相同。

牙齿的感觉神经可运送外周性神经肽，P物质（SP）依赖性，降钙素肽（CGRP）和神经角蛋白A（NKA）。血管肠肽（VIP）和神经肽Y（NPY）可通过副交感神经传递。神经肽在三叉神经节的神经细胞体内合成，然后通过轴索的流动被运送到外周神经，并被贮存在神经末梢。

对电、机械、化学和免疫学刺激的反应，神经肽通过轴索反射而释放到牙髓和根尖周组织。

神经肽、P物质、CGRP、和VIP都可促进血管通透性增大，牙髓血流加快。在牙髓中CGRP含量高于P物质，CGRP在炎症调节中起主导作用。相反，神经肽Y（NPY）具有血管收缩的作用减少血流。5-羟色胺可从血小板中释放出来，可能对来自于感觉神经末梢的P物质和CGRP起作用，它也可以减少血流。更强、更持续的刺激引起血浆渗出而引起组织水肿，这个过程通过P物质进行调节而不是CGRP，它是通过氮氧化物非依赖性机制来调节的。P物质可诱导肥大细胞释放组胺，进而引起缓激肽增多。缓激肽、组胺都能使血管的通透性增大。CGRP、P物质均能诱导中性多形核白细胞和单核细胞产生化学趋化性，P物质还可以使吞噬细胞增多和氧化代谢增强（图3-2）。

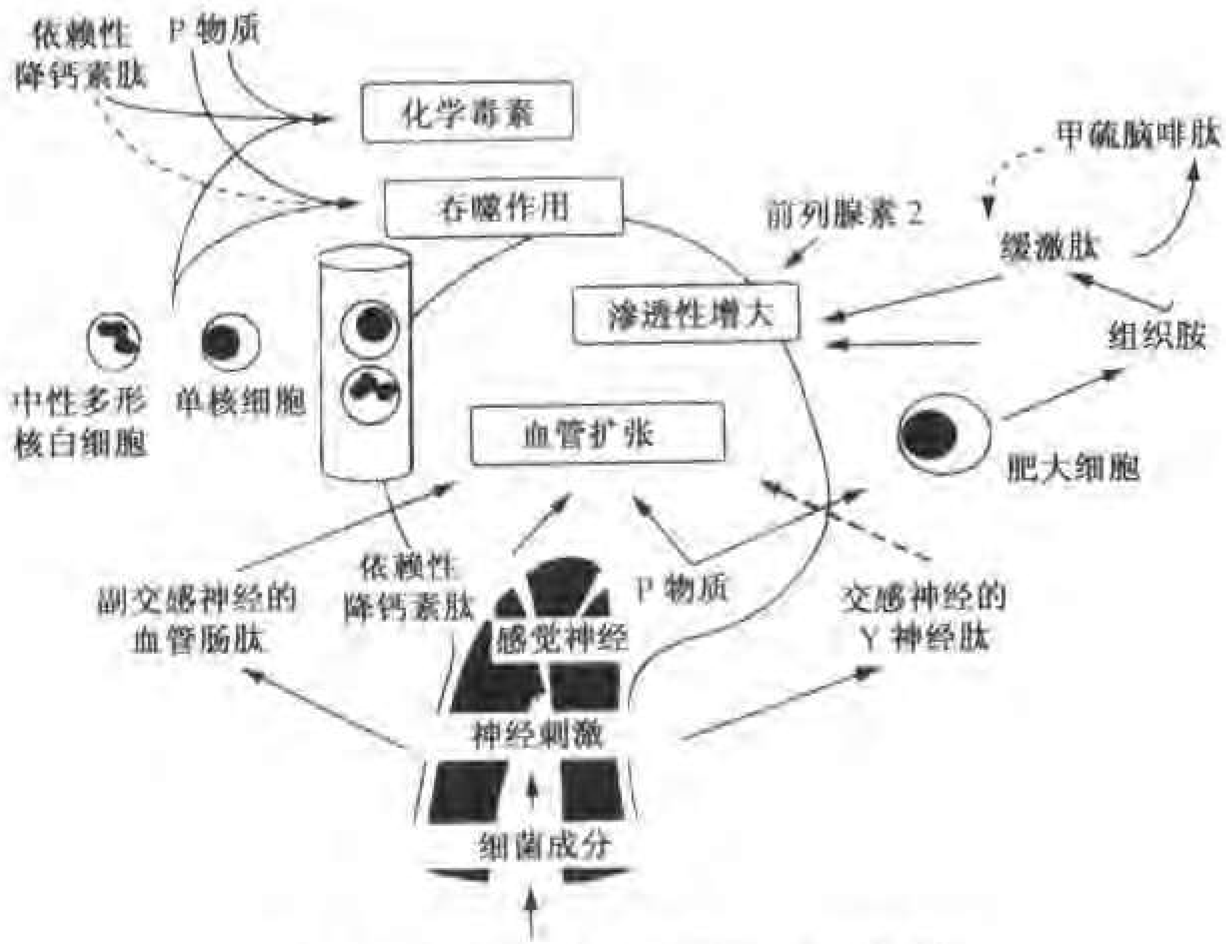


图 3-2 根尖周炎的神经原性炎症可能途径

第四节 根尖周病的调节

一、促炎症细胞因子的调节——细胞因子网络

细胞因子是细胞分泌的能调节细胞功能的多肽，它在免疫应答中对细胞相互作用，细胞生长与分化有着重要的调节作用。促炎症或骨吸收的细胞因子的分泌和作用，特别是白细胞介素 1（IL-1）可能被其他的细胞因子网络所调节。这个网络主要是由辅助性细胞亚群 Th_1 和 Th_2 所产生的一些调节因子所构成，这些调节因子具有相似的作用。Th_1 细胞调节迟发性过敏反应，通过单核细胞产生的白细胞介素 12（IL-12）来调节干扰素（IFNγ）、白细胞介素 2（IL-2）和肿瘤坏死因子 α（TNFα）的产生。Th_2 细胞可促进 B 淋巴细胞和产生抗体的浆细胞的增殖和分化。Th_2 相关的细胞因子包括白细胞介素 2（IL-2）、白细胞介素 4（IL-4）、白细胞素 5（IL-5）、白细胞介素 6（IL-6）、白细胞介素 10（IL-10）和白细胞介素 13（IL-13）。这些亚群细胞之间存在横向调节，它们的细胞因子具有抗原性，这样可以抑制相对的亚群细胞的增殖和细胞因子的产生。Th_2 亚群细胞是白细胞介 1（IL-1）的抑制物。白细胞介素 1（IL-1）的主要诱导物是 IL-12、IFNγ、TNFα 和 IL-1 本身。而白细胞介素的抑制物是 IL-4、IL-6、IL-10、IL-13。通过多聚酶链反应发现在鼠的根尖周病变中可以检测到许多具有调节作用的细胞因子的 mRNA。在根尖周炎症中通过细胞因子网络来调节根尖周骨组织的破坏（图 3-3）。

在细胞因子网络中，其他一些细胞因子也可以发挥关键的作用，转化生长因子 β（TGFβ）在根尖炎症中是一个非常强的负调节因子。缺乏 TGFβ 的动物会出现严重的牙髓及根尖周炎症。白细胞介素 1ra 和可溶性 IL-1 受体竞争性抑制 IL-1 的活性，白细胞介素 1ra 可抑制根尖周骨吸收。其他的一些可溶性细胞因子受体也可通过具有抗原性细

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

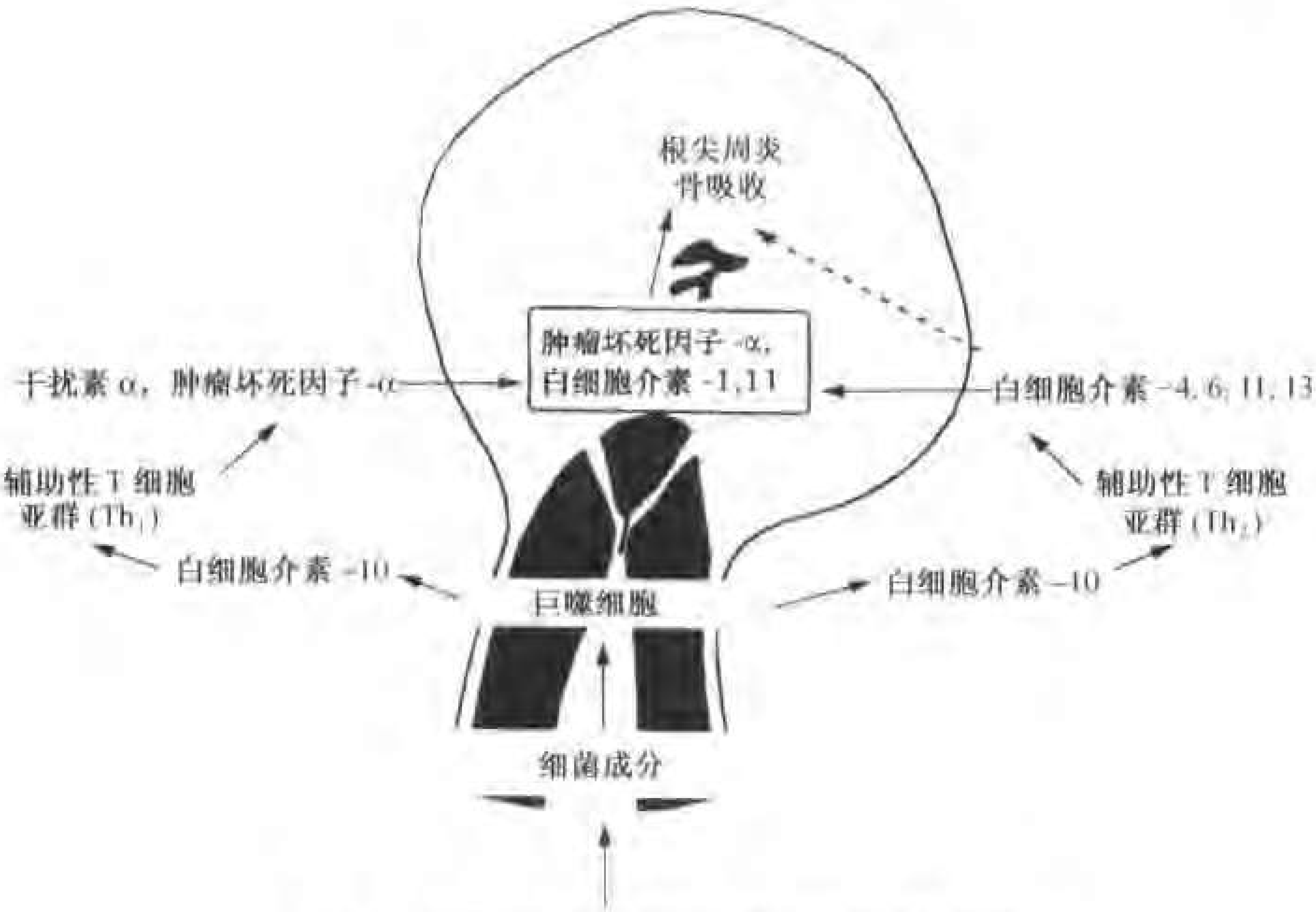


图 3-3 细胞因子网络调节的根尖周炎及骨吸收

胞调节因子在这个网络中起作用。在体外实验中，IFNr 和 IL-4 都具有抑制 IL-1 对骨的吸收。

二、免疫缺陷的影响

对各种免疫缺陷的口腔表现的研究主要是在龋病和边缘性牙周炎方面，而对免疫缺陷对根尖周炎的影响了解甚少。虽然在边缘性牙周炎和根尖周炎中存在着相似的微生物病源、相似的细胞浸润和细胞因子的反应、相同的病症的结局，但是在软硬组织的破坏方面存在差别。在边缘性牙周炎中，最重要的是上皮屏障把感染的微生物与免疫系统分隔开。

免疫缺陷分为非特异性和特异性免疫缺陷两大类。一般来说，如果个体缺乏非特异吞噬细胞，如中性粒细胞和单核细胞，机体受细菌感染的易感性增加。相反人体特异性免疫反应有缺陷，如T淋巴细胞或B淋巴细胞的数量或功能的下降，发生感染的机会与正常同龄人相同或减少。

三、非特异性免疫反应缺陷的影响

有报告显示，缺乏中性粒细胞的个体，如慢性肉芽肿性疾病、周期性白细胞减少症、Papillon-Lefevre 综合征、Chediak-Higashi 综合征以及白细胞附着缺陷的患者牙周组织破坏的发生率和严重程度增加了。白细胞附着缺陷表现为中性粒细胞没有从血管游走到组织中的能力，病人可出现严重的感染。

在根尖周感染的动物模型中，服用环磷酰胺的动物，在牙髓和根尖周组织中可观察到细菌的存在，细菌侵入增多而中性粒细胞缺乏，根尖周骨破坏明显。而服用甲氨蝶呤的动物也可引起白细胞减少症，同时也抑制根尖周炎的发展，原因还不太清楚，可能是

环磷酰胺和甲氨蝶呤不仅是作为免疫抑制引起白细胞减少，而且它们影响淋巴细胞的产生和反应。

四、生物反应修饰因子

在抗菌方面，生物反应修饰因子对中性粒细胞是非常重要的。生物反应修饰因子可以增强中性粒细胞的功能，使中性粒细胞可以更有效地保护牙髓免受细菌感染。一种从酵母中分离出的生物反应修饰因子称为可溶性 β-葡聚糖 G-葡聚糖（PGG-葡聚糖），可以增强宿主有效的抗菌反应而不出现炎症的副作用，使巨噬细胞和其他细胞不产生促炎症细胞因子 IL-1 和 TNFα。在鼠的露髓模型中，PGG-葡聚糖可减少牙髓组织的破坏。在动物实验中，PGG-葡聚糖可使外周循环中中性粒细胞和单核细胞的数量明显增多，吞噬作用增强，与对照相比，可以减少 40% 由感染引起的根尖周骨吸收。这些结果表明，调节通过生物反应修饰因子中性粒细胞非特异性的吞噬和杀菌作用，以减轻根尖周的炎症和破坏。

五、特异性免疫反应缺陷的影响

许多的人体免疫缺陷疾病影响特异性免疫反应。这些疾病包括 DiGeorge 综合征、严重的混合性免疫缺陷、γ-球蛋白减少症、选择性 IgA 和 IgA 缺陷。DiGeorge 综合征引起 T 细胞的减少或缺乏以及抗体水平下降，继发引起作用于 B 细胞的辅助性 T 细胞的缺乏，患者虽然对普通的细菌感染有免疫，但对病毒、原虫和真菌的感染非常易感。有数据表明，T 细胞的百分比对根尖周炎症的范围和程度的影响很小。与同龄同性别的人相比，抗体的缺陷不会增加边缘性周炎和龋病发展的危险性。

严重混合性免疫缺陷是体液免疫和细胞免疫均缺陷，因此大多数病人不能活到成年。严重的混合性免疫缺陷的动物，功能性 T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞都缺乏，而非特异免疫的中性粒细胞和单核细胞没有缺乏。在牙髓暴露实验中，有 1/3 的 SCID 鼠出现很大的咽脓肿，脾肿大和体重减轻，并有局部的根尖周骨破坏。有数据表明特异性免疫可能是通过 B 淋巴细胞和抗体来调节的，以对抗牙髓感染的系统传播，但对局部根尖周骨破坏的影响相对较小。

六、免疫反应的神经调节

在保护牙髓和根尖周抵抗感染和炎症与神经支配之间存在着紧密的联系。CGRP、SP 和其他神经肽对局部免疫反应具有调节作用，因此在神经与免疫系统之间存在一个功能性链接。Fristad 等证明通过切断下牙槽神经可以减少炎症细胞进入牙髓。

在 T 淋巴细胞上有 SP、CGRP、VIP 和甲硫脑啡肽（Met-enk）的特异性受体，在 B 淋巴细胞上有 CGRP 的特异性受体。P 物质可增强免疫和炎症反应，它可以刺激 T 淋巴细胞的增殖和合成的活性，使 T 淋巴细胞产生 IL-2，P 物质使巨噬细胞和肥大细胞分泌的 IL-1、TNFα 和 IL-6 增加，使 T 细胞产生的抗体诱导的干扰素 γ（IFNγ）增加。此外，IL-1 和 TNFα 可诱导交感神经节细胞分泌 P 物质，体外诱导白细胞抑制因子。P 物质刺激巨噬细胞、中性粒细胞和辅助性 T 细胞释放化学毒素、氧化酶代谢物和凝血恶烷，并使中性粒细胞的吞噬作用增强。而 CGRP 和 VIP 在免疫反应和炎症中一般来说是

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

起抑制作用。如 SP、CGRP 在变态反应性接触性皮炎中使白细胞浸润增多，但不能使内皮粘附分子增多，提示这个作用对血管系统的影响是继发的。CGRP 刺激 T 细胞的迁移，CGRP 阳性的感觉神经与表皮朗格汉斯细胞有关，CGRP 具有抑制朗格汉斯细胞的抗原提呈作用，抑制迟发过敏反应，此外，CGRP 对刀豆球蛋白，有丝分裂原和内素毒刺激的淋巴细胞增殖有轻度的抑制作用，抑制 T 细胞的 IL-2、TNFα 和 IFNγ 的产生。VIP 与 CGRP 相同，均能抑制 T 细胞的增殖和 IL-2 的产生。CGRP 通过控制 T 淋巴细胞细胞毒素颗粒的释放来降低活化的 T 淋巴细胞的细胞毒性。CGRP 还可抑制 B 细胞前体表面 Ig 受体的表达，通过巨噬细胞抑制氧化代谢。

（陈小华）

第四章 根尖周病的病理学

根尖周炎是由侵入牙齿根管内的细菌引起的根尖周组织的炎症，其本质上属机体对牙髓受损的防御反应。侵入到根管的细菌或其毒性产物可扩散至根尖周组织，机体的防御机制包括各种类型的免疫细胞，复杂的细胞间信息传递，化学反应和受体等。虽然机体有健全的防御系统，但不可能自行清除感染根管内的细菌，因此根尖周炎是一种不能自愈的疾病。机体与细菌的相互作用造成根尖周组织的严重破坏，从而形成各种类型的根尖周炎。

第一节 根尖周病的分类及定义

一、急性根尖周炎

急性根尖周炎的特征是患牙疼痛，患者不敢咬合。可直接由急性牙髓炎发展而来，但大部分属慢性根尖周炎的急性发作。其为局限性炎症，局部可有脓肿形成，根据脓肿内是否有上皮细胞又可进一步分为上皮性或非上皮性脓肿。中性多形核白细胞被限制在根尖部一个较小的区域内时可形成小脓肿，当中性粒细胞播散到整个根尖区时称为牙槽脓肿，局部可有瘘管形成。

二、慢性根尖周炎

慢性根尖周炎一般无疼痛，其病变类型包括根尖周肉芽肿、慢性根尖周脓肿和根尖囊肿等。

（一）根尖周肉芽肿

根尖周肉芽肿在慢性根尖周炎中最为常见，是根尖周围组织受到轻微的感染刺激后形成的炎性肉芽组织，是以增生为主的炎症。浸润的炎症细胞主要有淋巴细胞、浆细胞和巨噬细胞。病变可以是上皮性或非上皮性。

（二）慢性根尖周脓肿

慢性根尖周脓肿多由根尖肉芽肿中央的细胞坏死、液化为脓液而形成，也可由急性根尖脓肿因治疗不彻底发展而来。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（三）根尖囊肿

根尖囊肿可由根尖肉芽肿发展而来，也可由慢性根尖脓肿发展而来。根尖囊肿包括根尖周真性囊肿和根尖周牙周袋囊肿。根尖周真性囊肿是根尖区的炎症性囊肿，有明显的病理性囊腔和完整的上皮衬里，囊肿和根管不相通。根尖周牙周袋囊肿也是根尖区的炎症性囊肿，但只有上皮衬里的囊袋样腔隙，并与根管相延续。

第二节　根尖周病的病因

一、根尖周炎的感染途径

根尖周炎主要由牙髓感染引起。细菌到达髓腔的可能途径包括：①经牙体感染，因龋病或创伤引起的牙齿硬组织破坏；②经牙周感染；③经血源感染。实验证明，某些外表完整的牙冠内的坏死牙髓可分离出细菌。这种感染可能发生在牙齿创伤后，龈沟或牙周袋内的细菌经牙周膜被切断的血管进入髓腔。但是细菌在通过牙周膜的局部血循环进入根管的过程中，难以生存于宿主强大的免疫机制的环境下。创伤的牙齿外观上可大体完整，而细菌可以从牙齿的微裂进入髓腔，或经牙颈部釉牙骨质界处先天形成或人为的（如刮治引起）间隙中暴露的牙本质小管进入髓腔。牙周组织发生感染时，牙周袋中的细菌可通过侧支根管或副根管进入牙髓，但发生的机会比牙体途径少。有一种观点认为细菌有可能经全身血循环通过引菌作用进入坏死的牙髓。但动物实验表明，行牙髓切除术后的根管内并未发现细菌；在该实验动物静脉内注射血链球菌，2 个月后根管内仍未能找到细菌。这些实验排除了引菌作用成为坏死根管的感染途径。因此，牙髓直接暴露于口腔，副根管以及开放的牙本质小管、与龈沟或牙周袋邻近的微裂，是牙髓感染的最可能途径，而牙髓感染最终将导致根尖周炎。

二、感染根管内的细菌组成

一个健康人的口腔中集结有 300 多种细菌，当牙齿表面硬组织的完整性被破坏，极易导致髓腔感染。目前在累及根尖周的感染牙髓中能持续分离到的细菌只有少数几种。根管内菌丛的形态随着细菌的构成而改变，而菌丛的构成根据牙齿结构的完整程度、牙髓感染的时间以及牙髓治疗情况的不同而发生明显的变化。牙冠无龋坏、未作根管治疗和病变累及根尖周时的根管内菌丛主要是专性厌氧菌（>90%）；在牙冠有龋坏、病变已累及根尖周时，靠近根尖处根管的厌氧菌少于 70%。这类牙齿根管内菌丛主要由梭杆菌、卟啉菌、普氏杆菌、真菌和消化链球菌混合组成，但这些细菌无法从结构上进行区别。在超微结构方面，根管内菌丛由各类球菌、杆菌和丝状菌组成。杆菌的细胞壁革兰染色阴性，外层呈高电子密度，可能是多糖蛋白。菌丛中的大多数细菌在根管内的液相中呈悬浮状态，密度大的菌落可粘在管壁上或形成多层的细菌凝结物。应用无菌技术，在暗视野显微镜和透射电镜下，可观察并确认螺旋菌。在一些未作牙髓治疗的根尖周感染的病例中，这些细菌构成根管内菌丛的主体。螺旋菌是侵袭性牙周病的病原菌，在根尖周炎中所起的作用尚待进一步研究。根管内菌丛可被高密度的中性粒细胞或在根尖孔附近被上皮栓阻隔在根管内。

经常规根管治疗，但长期存在无症状性根尖周密度减低影的病例，其根管内菌丛的结构与有根尖周病变但未作根管治疗的牙齿的菌丛结构有明显的区别。光镜和电镜观察，发现前者根管内以革兰阳性丝状菌为主，也可见到革兰染色阳性的球菌和杆菌。在坏死牙髓中很少出现真菌。但是，有人对根管治疗后根尖持续有无症状病损的石蜡标本进行光镜和电镜的研究，发现少数病例有真菌存在。

三、根管外的细菌

炎性根尖周组织内是否存在细菌过去一直存在争论。有学者为了研究根尖周病变内是否存在细菌，对来自牙髓或根尖的标本进行了细菌学和组织病理学研究。研究发现，85% ~95%的病例可以发现根管内的细菌，但根尖周组织内未发现细菌，因而认为固态的根尖肉芽肿是无菌的，但是在临床和组织病理学表现为病情加重或脓肿形成时可以发现细菌。此项研究结果已经得到电子显微镜研究的进一步证实。

一些常规根管治疗后无症状、但根尖周阴影持续存在的牙齿，用光镜和电镜对其根尖标本的连续切片进行观察，发现根管外无任何菌落存在。此外，人工诱导根尖周炎的动物实验也表明，能持续观察到细菌的位置是在根管内，而不是在根管外。

但是，近几年有学者仍然坚持根尖周炎病变中根管外存在细菌的观点。有人曾报告在根管外的无症状的根尖周炎性病损中发现细菌，并认为“无菌性根尖肉芽肿”的观点已经过时。但这项研究的细菌标本采集于根尖周脓肿，并非采集于根管治疗后的无症状而经久不愈的根尖周病变。此外，如果实验选择病例不当，或采集标本时未注意防止细菌污染等，也容易得出错误的结论。即使研究者选择病例适当，并采取严格的无菌措施以避免口腔细菌污染，根尖标本被感染根管污染仍是无法避免的。这是因为细菌最常位于患牙的根尖孔位置，在手术治疗过程中容易脱落并被推向根尖区。

临床上，可发生经根管途径的根管外感染的包括情况：①化脓性根尖周炎；②根尖周放线菌感染；③感染性的根尖囊肿，特别是袋口朝向根管的牙周袋囊肿；④与感染的根部牙本质有关。可能由于在根管机械性预备时进入根尖部，或因严重的根尖吸收与牙根分离感染的根部牙本质块。

四、无菌性牙髓坏死和根尖周炎

如前所述，由于只有少数情况下可在炎性的根尖周组织中查到细菌，人们曾推测细菌感染并非是根尖周炎的唯一原因。其他原因如牙髓坏死的分解产物也可能导致根尖周炎的发生，根尖周的分泌物又可进入并且滞留在充填不当的根管内。人们对无菌性坏死的牙髓与根尖周炎病因的关系做了大量研究。对实验动物感染根管的一项研究结果证实：所有实验开始时的无感染的根管在实验结束时证实无菌，而且无一例引起根尖部炎症，根尖牙周韧带维持正常宽度和密度；所有原来感染的牙齿均发生根尖周炎。临床实验也表明，患牙在严格无菌条件下做牙髓治疗，根管未作充填，密封髓腔。经过2年观察，未发现根管再感染。部分牙齿治疗前的根尖区阴影有缩小，甚至有部分病例的阴影完全消失。上述实验和临床观察结果表明，滞留在根管内的分泌物或无菌的坏死牙髓及其产物并不能单独引起根尖周炎。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第三节 根尖周病的组织病理学

一、细胞成分

根尖周炎是细菌及其产物和宿主之间相互作用的结果，参与炎症反应的有各种类型的不同系列和功能的细胞。其中有些细胞属根部牙周膜的组成成分，如成纤维细胞和成骨细胞，以及成釉器的剩余上皮（Malassez 剩余上皮），后者是根尖囊肿的重要成因。其余的大部分细胞来自机体的免疫系统。

（一）中性粒细胞

中性粒细胞亦称中性多形核粒细胞（polymorphonuclear leukocyte，PMNs），是急性炎症病灶内的主要细胞成分，也是机体免疫的第一道防线。中性粒细胞的主要作用是定位和消灭突破机体外部屏障并侵入机体的细菌。中性粒细胞起源于骨髓，约占人体血液中白细胞的60% ~70%。经过 12 ~14 小时的血液循环，中性粒细胞迁移到相应的组织，3 ~4 日后死亡。中性粒细胞属非特异性吞噬细胞，含有攻击作用的酶类。其胞浆颗粒分类如下：

1. 由溶酶体、髓过氧化物酶、阳离子蛋白和中性蛋白酶组成的原发性嗜苯胺蓝颗粒；
2. 以乳铁蛋白和维生素 B_{12}粘合蛋白为标志的继发性或特殊颗粒；
3. 对刺激起反应释放到组织中的第三类颗粒。

第三类颗粒的释放是由血浆或细胞起源的血管活性化学介质诱导的组织损伤和局部血管改变所产生的结果。中性粒细胞通过粘附、旋转和平铺等动作聚集在已激活的血管内皮细胞附近，通过活跃的阿米巴样运动，大量的中性粒细胞到达损伤部位。在血管外组织，中性粒细胞利用化学介质诱导的趋化现象寻找目标，移动到化学介质最大浓度的部位，该部位也是细菌出现的位置。当中性粒细胞与细菌相遇，立即分泌调理素。调理素是血浆因子，可覆盖细菌的表面，从而启动和促进吞噬作用。细菌被摄取和分隔在膜被吞噬体内。根据局部组织的含氧情况，中性粒细胞有两种途径杀死细胞内的细菌。初期组织内富含氧时，中性粒细胞采取的是需氧途径。在此途径中，位于吞噬体膜上的还原型辅酶 II（NADPH）叶绿醇将氧分子转化为氧源性自由基。这些自由基具有高度不稳定性和反应性，可以从其他分子抢夺电子，从而破坏这些分子。当还原型辅酶 II 叶绿醇作用于稳定的氧分子时，生成过氧化物（O_2^-）。一对 O_2^-离子可相互作用形成一个过氧化氢分子（H_2O_2）。O_2^-离子和 H_2O_2 对细菌只有中等强度的杀伤力。但在髓过氧化物酶存在时，H_2O_2 可使卤化物氧化，形成具有强杀菌力的次氯酸。这个细胞内杀菌的途径称为 H_2O_2－卤化物-髓过氧化物酶系统。

但是，中性粒细胞通常是在缺氧的条件下如脓肿内发挥作用。这时中性粒细胞将细胞内杀菌方式转变为厌氧途径，吞噬体膜与含有功能强大的酶类的原发性或继发性颗粒的膜融合，最终杀死和摄取细菌。

虽然中性粒细胞在消灭入侵的微生物的过程中不断得到补充，但也可引起宿主组织的损伤。中性粒细胞含有超过 50 种酶，这些酶类一旦被活化，就无法区别入侵的微生

物和宿主。由于中性粒细胞活跃的分泌（第三类颗粒）以及逆转的胞饮作用或中性粒细胞死亡，导致大量的溶组织酶被释放到周围组织中，使蛋白质、核酸、脂肪和碳水化合物等组织细胞和细胞外基质的结构成分降解。引起牙周基质崩溃的锌依赖性胶原酶和明胶酶又称作间质金属蛋白酶（matrix metalloproteinases，MMP）。

白三烯（Leukotrienes）和前列腺素（prostaglandins）是花生四烯酸衍生的两类代谢物，在炎症中起重要作用。当巨噬细胞和成纤维细胞被激活或细胞膜受损时，白三烯和前列腺素被迅速合成。在花生四烯酸通过脂加氧酶途径被氧化的过程中，释放出白三烯（LTA_4，LTB4，LTC_4，LTD_4，和 LTE_4）。其中的 LTB_4 是一种强有力的催化因子，能使中性粒细胞粘附到内皮细胞的胞壁上。在有症状的根尖周病损中，有学者检测到高浓度的 LTB_4 和 LTC_4。

花生四烯酸在经环氧合酶（cyclo oxygenase）代谢中产生前列腺素（PGE_2，PGD_2，$PGF_2\alpha$，PGI_2）。其中 PGE_2 和 PGI_2 能作用于血管，是破骨细胞的潜在刺激物，在炎症过程中具有非常重要的作用。根尖周炎时骨组织的快速丧失发生在以中性粒细胞为主的急性炎症发作阶段。已经发现在急性根尖周炎病灶中有高浓度的 PGE_2。应用消炎痛可减轻根尖部硬组织的吸收，消炎痛是通过阻断环氧合酶的作用抑制前列腺素的合成。因此，中性粒细胞的局部聚集和死亡，是根尖周炎急性期骨吸收和组织破坏的主要原因。

（二）淋巴细胞

淋巴细胞是免疫系统的特殊成员，在根尖周炎的发病机制中起重要作用。淋巴细胞分为三类：B淋巴细胞、T淋巴细胞和自然杀伤细胞（NK）。这三类淋巴细胞在结构上非常相似，常规染色和显微镜观察无法区别。NK细胞专门杀伤肿瘤细胞和被病毒感染的细胞，在根尖周炎中作用不明显；T细胞和B细胞在根尖周炎中非常重要。这三类淋巴细胞都来源于骨髓的干细胞，经过不同途径生长和分化，最终成为成熟的具有不同功能的淋巴细胞。

1. B细胞　人类B细胞的前身在骨髓中发育为前B细胞，并进一步分化。经过分化的B细胞进入血循环，在胸腺外淋巴组织的生发中心周围聚集和增生。当接收到来自抗原和 Th_2 细胞的信息后，立即进行终末分化，成为浆细胞。浆细胞是唯一能产生抗体的细胞。抗体是免疫系统的重要武器，具有抗体活性或化学结构与抗体相似的球蛋白统称为免疫球蛋白（Immunoglobulins）。免疫球蛋白分为5种（IgG、IgA、IgD、IgM和IgE），其中IgG最为重要。对应的抗体能直接中和抗原，使之粘合和（或）调理以便于吞噬，或与其他特异性受体结合，以便激活补体，溶解和消灭细菌。

在浆细胞和根尖肉芽肿的细胞外已经发现各种类型的免疫球蛋白（IgG、IgA多见；IgM、IgE和sIgA较少见）。根尖肉芽肿内IgG的浓度几乎是无炎症口腔粘膜的5倍。在根尖囊肿的囊壁的浆细胞和囊液中也发现有免疫球蛋白。囊液中免疫球蛋白的浓度比同一患者血浆中的浓度高几倍。

由于脂多糖（lipopolysaccharide，LPS）起着抗原的作用，根尖周炎病损中出现特异性抗体的可能性非常低。因而根尖周炎中出现的大量抗体是特异性和非特异性抗体的混合物，并且可能以非特异性抗体为主。因此，尽管有特异性抗体参与对抗微生物的反应，并可通过形成抗原-抗体复合物加剧反应过程，抗体调解的防御作用仍被认为大部分是无效的。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

2. T细胞　T细胞来源于骨髓干细胞。前T细胞游走到胸腺，在进人血循环前作进一步分化，免疫锻炼和严格的选择。T细胞有不同的亚型，各有其不同的功能。根据淋巴细胞不同的功能进行命名：与B细胞合作的T细胞称为辅助/介导T细胞（Th/Ti）；直接产生毒素和有抑制功能的T细胞称为细胞毒性/抑制T细胞（Tc/Ts）。

根据淋巴细胞的表面受体进行分类，并按细胞分化系列编号给予命名。Th/Ti是$CD4^+$细胞；Tc/Ts是$CD8^+$细胞。$CD4^+$细胞分化为两种T辅助细胞：Th_1和Th_2细胞。前者分泌白介素-2（IL-2）和干扰素γ，控制免疫系统的细胞调理功能。Th_2细胞分泌白介素-4，5，6和10（IL-4，IL-5，IL-6和IL-10），通过调节浆细胞产生抗体从而控制体液免疫反应。有学者根据Th_1细胞刺激巨噬细胞产生炎症细胞因子（IL-1和肿瘤坏死因子α，TNFα）认为它是“破坏性”的，而Th_2细胞能诱导抗体产生，所以是“保护性”的。但是，Th_1和Th_2细胞能控制彼此的功能和具有共同的调节方式。因此，根据细胞因子的表达方式和将Th_1和Th_2细胞分别称为破坏性或保护性可能过于简单化。事实上，Th_1和Th_2细胞代表着Th细胞系列的两个极端。

（三）单核细胞

单核细胞占全部白细胞的1%～5%，构成单核吞噬细胞系统的前身。单核吞噬系统以前称作网状内皮系统。当机体受到刺激时，单核细胞离开血循环，进人各种组织和体腔，形成非特异性吞噬细胞的第二道防线，以此作为附带性的免疫的防御细胞。根据所在部位的不同，单核细胞被赋予不同的名称。结缔组织和淋巴组织内的固定和游走的巨噬细胞，肺部的肺泡巨噬细胞，肝脏的Kupffer细胞，皮肤的Langerhans细胞，脑部的微神经胶质细胞和能产生各类多核巨细胞（如破骨细胞和异物性巨细胞）的融合巨噬细胞。

（四）巨噬细胞

巨噬细胞是大的吞噬细胞，代表单核吞噬细胞系统的主要成分，是炎症和免疫反应中的主要细胞，有以下功能：

1. 吞噬杀伤微生物；
2. 清除和移去死亡的细胞和组织；
3. 清除较小的异物颗粒；
4. 抗原捕捉和免疫学清除；
5. 对免疫活性细胞进行抗原处理和表达；
6. 分泌各种细胞间调节物质并实施调节。

与中性粒细胞不同的是，巨噬细胞寿命较长（可达数月）而且移动速度较慢。一旦巨噬细胞到达炎症区域，如果第一轮的中性粒细胞防御没能消灭人侵的微生物，巨噬细胞就会在炎症区域停留几个月，同时病变将转为慢性炎症。于是，巨噬细胞成为炎症后期的主要炎症细胞。与中性粒细胞相似，巨噬细胞的移动是一种趋化现象，由微生物及其产物，化学介质，即异物颗粒所激活。被激活的巨噬细胞体积增大，含更多的溶酶体和其他酶性颗粒，以及更多的线粒体，更倾向于吞噬和在细胞内杀灭微生物。巨噬细胞具备与中性粒细胞相同的细胞内杀菌武器，并能附着在异物上。巨噬细胞分泌的各种介质中，细胞因子、IL-1、TNF、IFNs和生长因子在根尖周炎炎症过程中起着重要作用。巨噬细胞还提供在局部炎症中起独特作用的补体成分和前列腺素和白三烯等代谢

物质。

破骨细胞对骨的破坏是根尖周炎发病机制中的重要一环。在生理学上维持动态平衡所涉及的全部因素以及在炎症过程中产生的局部因素都可能参与根尖周硬组织的破坏。破骨细胞是破坏硬组织的效应细胞，其前体来源于骨髓干细胞。前破骨细胞经过血管迁移到根尖周组织，附着于骨表面，在获得激活信号前保持静止状态。在生理状态下，这些信号，包括各种细胞因子和其他介质，被认为是由成骨细胞释放的。但在根尖周炎中，释放这些介质不仅有成骨细胞，还有其他几种刺激前破骨细胞的细胞。前破骨细胞可分裂为数个子细胞，子细胞相互融合，形成多核破骨细胞，分布在骨组织表面。破骨细胞与骨表面相对的胞浆膜向内折叠，形成皱褶，骨吸收就发生在这些细胞皱褶的下方。在皱褶周围的胞浆透亮区，是个非常特殊的区域，能指引破骨过程中的生化活动。实际上骨质破坏发生在破骨细胞/骨质的界面，包括两个步骤：首先通过降低微环境中的 pH 值进行脱矿；第二步是酶分解有机基质。超级酶家族中的胱氨酸蛋白酶和间质金属蛋白酶参与了对基质的分解。在根尖周炎中，牙骨质和牙本质也受到破骨细胞的破坏。由于这些破骨细胞的超微结构和组织化学特性与吸收骨的细胞相似，所以人们认为它们是同一类细胞。

（五）上皮细胞

上皮细胞在慢性根尖周炎病损中很常见，有时可包裹整个根尖周病损。上皮细胞来源于上皮剩余。在根尖周炎中，上皮剩余受到各种细胞释放的细胞因子和生长因子的刺激，发生分裂和增生（炎性增生），最后成为根尖囊肿的衬里上皮的主要来源。上颌磨牙区的根尖周炎病损中有时可见纤毛柱状上皮，提示上颌窦粘膜上皮是上皮细胞的潜在来源。

二、炎症细胞的定量研究

在根尖周炎中，各类炎症细胞的出现和上皮细胞增生已经得到确认。对这些细胞的定量研究开始于 20 世纪 80 年代。此后，随着研究手段不断进步，对慢性根尖周炎和根尖囊肿囊壁的慢性炎症细胞的定量研究逐步取得一些进展。

但是，目前根尖周炎中各类炎症细胞定量分析的研究仍较局限，对根尖周炎中各类炎症细胞出现的时间和空间分布仍不清楚。在炎性组织中，细胞的构成可随着微生物与宿主因素之间的平衡而改变。由于没有同源性或部位特异性的炎症细胞，所以无法获得统计学上可靠的样本。早期的研究完全基于形态学分类，由于淋巴细胞的各种亚型在结构上不能显型，因而已经过时。

一些应用针对细胞表面受体的单克隆抗体的定量分析报告显示，根尖周炎的临床病灶和鼠的实验性病损中以 T 细胞为主，数量超过 B 细胞。但是，另外一些研究则认为，浆细胞是大多数固态肉芽肿的重要细胞成分。由于浆细胞来源于 B 细胞，故将这类病变的主要细胞归结为 T 细胞是不准确的。

根尖周炎病灶内其他重要的细胞类型，如上皮细胞和成纤维细胞的定量研究，目前仍未有报告。某些现有的局限于淋巴细胞的研究资料，不能反映病损的全部细胞。但是，人工诱导的鼠的根尖周病变的研究结果，对阐明炎症细胞在病变发展的不同阶段的分布有重要意义。有人报道病变的早期 $CD4^+$ 细胞数量上超过 $CD8^+$ 细胞，但在病变的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

后期，后者的数目却超过前者。然而，在研究临床根尖周炎病变时，由于一般不清楚病变发生的准确时间和牙髓感染的持续时间，以致无法对病变发生发展的整个过程中各类炎症细胞的数量和分布进行对比。简言之，目前的根尖周炎细胞成分的定量分析研究仍有待于进一步开展。

三、根尖周炎的组织病理学

在早期的研究中，根尖周炎病损的形态被描述为带状。实验者将金黄色葡萄球菌植人实验动物下颌骨预先备好的洞内，当时的目的在于验证病灶感染的概念。组织学检查发现仅在感染区的中心有细菌，其周围有三个组织反应带。但实际上根尖周炎的病变与这种“带状模式”之间有重要区别。后者的感染灶被有活力的骨组织围绕，所以机体防御系统能包围细菌。而在根尖周炎病损中，细菌藏在坏死根管内，机体防御系统无法起作用。

根尖周炎病损的构成依赖于细菌因素与宿主防御机制之间的平衡，根尖部这种平衡可因局部或全身因素的改变而被扰乱，对机体防御系统造成不利的影响，结果导致病变的构成、组织学、X线影像和临床特征随之发生改变。慢性根尖周炎的形态学存在有多种不同形式，以分带的模式描述的根尖周病损，与根尖区对坏死根管反应的许多病损实际上并不相符。

（一）急性根尖周炎

急性根尖周炎可以是原发性或继发性。前者常由于细菌侵入根尖部所致，如意外创伤、器械损伤和牙体牙髓治疗的材料和化学刺激引起等。组织病理学的主要特征是水肿、血管阻塞、牙周膜充血、中性粒细胞浸润和X线未必能显示的有限度的骨吸收。组织改变一般局限在根尖区牙周膜和邻近的松质骨。如果炎症是由非感染和非持续刺激因素所引起，炎症会很快消退，根尖区牙周膜将恢复正常。但是，如果发生感染，初期的急性病变将通过几种可能的途径，如进一步加剧（原发性脓肿），扩散到骨组织（牙槽脓肿），穿孔并与外界相通（瘘管形成），此时病变即转为慢性。

在慢性病损存在的基础上发生局部性强烈的组织反应时，急性根尖周炎称为继发性病变（根尖周炎急性发作或根尖脓肿），组织病理学特征为出现大量的中性粒细胞聚集。根据组织反应的剧烈程度，所形成的急性病灶的大小，可从以淋巴细胞、浆细胞和巨噬细胞为主的局限性病损，到覆盖原有慢性病灶的大范围病损。在此类化脓性病灶中，可见到细胞内和细胞外的细菌。对连续切片的观察发现，40%的继发性急性根尖周炎有上皮形成。这些病损一般被致密的胶原包膜所包裹。

（二）根尖周肉芽肿

根尖肉芽肿组织病理学特征为由新生的毛细血管、炎症细胞、成纤维细胞和发育成熟的胶原包膜组成。连续切片观察发现，约45%的根尖肉芽肿内有上皮。上皮细胞增生时，可随机地向任何方向增生，形成不规则的上皮团块，血管性结缔组织又可从不同的方向侵入上皮团块内。在一些病损中，上皮可长入根管的入口内，形成根尖孔处的塞状封闭。上皮细胞与牙齿的根面形成上皮附着，透射电镜可观察到基底板的半桥粒结构。

在病变的根尖部，上皮附着的出现对根尖袋囊肿（periapical pocket cyst）的发病机

制有重要意义。在组织切片中可见，上皮的形态如拱廊状或环状，围绕着血管丰富并含有大量淋巴细胞和浆细胞的肉芽组织。上皮外的炎症细胞主要是淋巴细胞、浆细胞和巨噬细胞。在根尖肉芽肿发展过程中的某个阶段，T细胞的数量可能比B细胞多，其中$CD4^+$辅助/诱导细胞的数量比$CD8^+$毒性/抑制细胞多。但这并不能代表根尖周炎的结构全部特征。病变组织的包膜由与牙齿的根面接触紧密的致密的胶原纤维组成，所以在拔牙过程中，病变组织与牙齿的根尖部不会发生分离。

（三）根尖囊肿

根尖囊肿占颌骨全部囊肿的52%～68%。根尖周炎中根尖囊肿的发生率为6%～55%。根尖囊肿的严格定义是"以复层鳞状上皮衬里的病理性囊腔"。有研究发现，大约有50%的根尖病变中可发现上皮存在，但只有15%是真正的根尖囊肿。

根尖囊肿的组织病理学特征为囊肿内通常有胆固醇结晶沉积，后者表现为窄长形的组织裂隙。根尖囊肿内胆固醇结晶的出现率从29%～43%不等。胆固醇结晶可能有以下来源：①病灶内的红细胞的分解；②病灶内大量的淋巴细胞、浆细胞和巨噬细胞的分解；③循环中的血浆脂质。最后这些物质在根尖周病灶内浓缩和晶体化，形成胆固醇结晶。

常规的组织病理学诊断，并不考虑根尖囊肿的结构与受累牙齿根管的关系。这是因为通过刮除术取的根尖组织活检没有包括受累牙齿的根尖部。在这种情况下，以受累牙齿根管作参照是不可能的。

根尖囊肿可以分为两类：一类是囊腔完全由上皮衬里封闭，另一类是囊腔有上皮衬里但与根管相通。后者最初被描述为"U形囊肿"（bay cyst），最近已被命名为根尖袋囊肿（periapical pocket cyst）。这种囊肿的形成，可能从根尖孔处对根管内细菌的反应形成中性粒细胞的城墙开始。这个中性粒细胞城墙位于上皮屏障的外面，与根尖部接触，形成"上皮附着"（epithelial attachment）。外围的中性粒细胞死亡并分解后，这些细胞原来占据的空间变成微囊肿。中性粒细胞受趋化作用不断被吸引到这个部位。但是，这些在生物学意义上属于体环境外的袋状腔隙。随着坏死组织和细菌产物的积聚，袋状腔隙不断扩大以容纳这类碎屑，形成一个从根管到根尖周区域的较大的膨囊。从病因学、结构及组织动力学的观点来看，根尖袋囊肿与边缘性牙周袋囊肿有许多共同之处。

真性根尖囊肿发生的机制一直引起人们的关注。虽然根尖肉芽肿不一定发展为根尖囊肿，但真性根尖囊肿往往是根尖肉芽肿发展的直接结局。目前无法解释为什么只有少数根尖周病损（<10%）发展为根尖囊肿。真性根尖囊肿的发生分为三个阶段。第一阶段，处于静止状态的Malassez上皮在根尖周炎病灶中的各种炎症细胞释放的生长因子、细胞介质和代谢物的刺激下开始增生。第二阶段，出现有上皮衬里的腔隙。关于囊腔的形成主要有两种学说：①营养缺乏学说：其依据是上皮团块中央的细胞因为缺乏营养供应而发生坏死和变性。积聚的产物不断吸引中性粒细胞到坏死区域。含有变性的上皮细胞、浸润的炎症细胞和组织液的微囊腔联合构成复层上皮衬里的囊腔。②脓肿学说：认为增生的上皮因其固有覆盖暴露的结缔组织的特性，包绕因组织坏死并溶解所形成的囊腔。

在第三阶段，囊肿增大，其机制仍然未明。近年来随着对囊肿的形成机制的研究发

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

展到分子水平，渗透压学说已逐步被否定。由于囊腔与坏死根管相通的根尖袋囊肿能逐渐增大，所以应排除渗透压作为根尖囊肿增大的潜在因素。根尖囊肿的组织动力学和细胞成分提示囊肿增大的分子学途径。穿过上皮壁并在囊腔内死亡的中性粒细胞是花生四烯酸的持续来源，后者可通过多孔的上皮壁扩散到周围组织中，并被囊壁内的巨噬细胞、成纤维细胞和内皮细胞转化为前列腺素。此外，囊壁内的巨噬细胞和大量的T淋巴细胞产生一系列的细胞因子，能激活巨噬细胞，引起骨质吸收。

第四节 根尖周的特殊病变

一、根尖周放线菌病

放线菌病是由放线菌属和丙酸杆菌（propionibacterium）引起的人和动物的慢性肉芽肿性感染。牛放线菌病（bovine actinomycosis）的病原菌是牛放线菌（actinomyces bovis），是最早证实的病原菌发生在动物的放线菌病，特征是颌骨的广泛破坏和肿胀、化脓和瘘管形成，在脓液和组织切片中出现有放射状细丝的分枝状菌丛。后来，从纯培养基中分离出人的依氏放线菌（Actinomyces israelii），特征和致病力与动物的放线菌相似。目前，牛放线菌和依氏放线菌被分为完全不同的两种类型。在自然感染的情况下，前者局限于动物，后者局限于人。因此，早期关于从患者身上分离到牛放线菌的报告可能有误。根据感染的解剖位置，人类放线菌病分为三种主要类型：面颈部、喉部和腹部。放线菌感染约60%发生在面颈部，20%发生在喉部和15%在腹部。人类放线菌病最常见的病原菌是依氏放线菌，其次是丙酸杆菌、奈斯伦放线菌（Actinomyces naeslundii）、粘放线菌（Actinomyces viscosus）和溶齿放线菌（Actinomyces odontolyticus）。

根尖周放线菌病属人类放线菌病中的面颈部型。牙髓和根尖的放线菌感染被认为是由龋病所引起的继发性病变。依氏放线菌是人类口腔的共生菌，可以从扁桃体、牙菌斑牙周袋和龋病病灶中分离到。但是，根尖周的放线菌病毕竟是罕见的。在一项微生物学的回顾性研究中，79个牙髓治疗的病例中有2例放线菌感染。在另一项组织细菌学研究中，45例中发现2例有典型的放线菌菌落。只有经实验室培养出放线菌和利用易感动物复制出放线菌病，才能做出明确的某一菌株感染的诊断。但是，依氏放线菌对生长环境的要求非常苛刻，在纯培养基分离该菌株较为困难。因此，实验室诊断一般基于组织切片中菌落的典型形态和菌落的特殊免疫组化染色。放线菌菌落在光镜下最显著的特征是革兰染色和PAS染色胞核呈强阳性，周围有大量的针状细丝，如日光放射状。电镜下，菌落的中央部分由分枝的丝状细菌在电子透明的胞外基质中紧密聚集而成。菌落的周围一般由数层中性粒细胞围绕，其中许多含有已经吞噬的细菌。

某些放线菌菌株可在牙根外生存，如果根尖周炎合并放线菌感染，即使做过根管治疗也会经久不愈，所以根尖区放线菌病应引起特别注意。依氏放线菌和丙酸杆菌是对根管治疗无反应的根尖周组织中分离出的最恒定和最具特征的细菌。而且，依氏放线菌是根尖放线菌病中特有的细菌。但是，仅仅有细菌出现并不意味着与病变的发生发展或经久不愈有病因学的关系。放线菌能避开宿主的免疫系统并在根尖周组织中生存的机制至

今仍然未明。单个的依氏放线菌和丙酸杆菌在试管中很容易被中性粒细胞杀死，但在动物实验中依氏放线菌能够存活，并可从根管治疗失败的临床病例的根尖周组织纯培养基分离出，形成大量的日光放射状菌落。这些结果提示依氏放线菌能形成由分枝状的丝状细菌在胞外基质中密集的菌落，以避免宿主免疫系统将其消灭。

二、病灶感染

病灶感染是指局部的细菌感染可传播到机体的其他部位并引起转移性的局部和全身感染。这个概念一直存在争议，事实上，病灶感染是人类发现细菌以及了解细菌在感染性疾病中的作用以前就形成的古老的概念。造成较大影响，特别是在牙科界，1909～1937 年这段时间被称为病灶感染概念的全盛时期。当时原因不明的慢性感染性疾病称为 Billings-Rosenow 综合征。由于媒体的误导和对败血症的恐惧，牙齿保存学和冠桥修复受到公众的怀疑，结果导致大量的活髓和死髓牙被草率拔除，特别是患有原因不明的慢性疾病的患者。

但是到 20 世纪中叶，公众不再接受病灶感染这个概念，原因是：①一些患有可疑病灶感染引起的疾病的患者在去除可疑病灶后症状未能减轻；②患有相同疾病的患者未发现任何潜在的感染病灶；③假定的感染病灶除了见于患者外，亦见于健康人。

在过去 10 年中，应用自体、同种异体及异体组织和器官做的移植手术大量增加，同时非生物材料在现代外科治疗中得到广泛应用。因此，有学者重新关注这些移植和种植是否会引起“口腔败血症”或病灶感染。

病灶感染概念是围绕着菌血症的病理学效果建立的。感染性心内膜炎，急性心肌梗死或脑梗死和急性肾炎是为数不多的与血源性细菌有关的疾病。但是，菌血症在健康人经各种口腔保健处理后很常见，由这类菌血症引起的疾病是罕见的。这是因为细菌会很快地从血循环中被机体的防疫系统，特别是中性粒细胞和单核巨噬细胞所消灭。

菌血症与病灶感染两者有严格区别。菌血症较为常见，严格的科学分析仍无法证明可疑的感染病灶和有关的疾病之间的实质性病因学关系。但是，内科医生还是应当清楚地认识菌血症引起的危害，特别是对免疫功能受损的患者。临床上菌血症可以由侵入性治疗，尤其是涉及感染根管和炎性牙周组织的治疗所引起。

三、异物反应

异物反应是指根尖周组织对非己物质所引起的某些类型的根尖周炎，是常规根管治疗后经久不愈的根尖周炎主要原因。食物和牙髓治疗材料颗粒到达根尖区，引起根尖区的异物反应，虽然无临床症状，但可导致根尖区持续数年的阴影。

根尖区的一种特殊异物反应是口腔豆子（Pulses）肉芽肿。口腔豆子肉芽肿是种植人口腔组织内的蔬菜类食物颗粒，特别是食用豆科植物种子引起的异物反应。最初有作者报告这些食物颗粒由于进食扁豆汤而吸入肺部，在胃溃疡患者的胃壁和腹膜腔形成肉芽肿。在实验动物的体内植人豆科植物种子可以形成类似的病损。

Pulses 肉芽肿已被确认为一种独立的口腔病变。本病曾被归入巨细胞透明血管病、蔬菜肉芽肿或食物引起的肉芽肿。口腔 pulses 肉芽肿常见于无牙的下颌骨的后段，并与牙托有关。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

在组织病理学方面，Pulses 肉芽肿的特征是出现 PAS 染色强阳性的环状结构或小体，周围有多核巨细胞和数量不等的炎症细胞浸润。这些豆科植物种子和其他植物细胞的纤维素成分是引起肉芽肿的最初原因，也是这类肉芽肿中最常见的植物成分。这提示豆科植物中存在能促进局部反应的潜在的病原性成分如蛋白质（抗原）和植物血凝素（有丝分裂原）。但后者通常由于加热和食物加工步骤而被破坏。临床上植物类食物的颗粒由于活动托牙的压力进入粘膜下，或通过牙齿的根管进入根尖区。

纤维素肉芽肿指由于含纤维素颗粒的临床牙髓治疗材料引起的组织病理学反应。纸尖用于根管内细菌标本采集和根管干燥等步骤，但是其纤维或颗粒会松脱或不小心被推进根尖区，引起根尖区的异物反应。这种临床意外会导致一段持久和困难的治疗过程。

有人报告在有牙髓治疗史的根尖周组织的活检中经常发现纤维素纤维，甚至在对根尖阴影进行手术治疗时发现根管治疗用的纸尖。纸尖和棉球都是由纤维素组成，后者是一种植物细胞壁的稳定的多糖，不能消化，组织细胞无法使之降解，可在根尖组织内维持较长时间，引起局部的巨细胞反应。纤维素内分子有规律的排列是偏光镜下观察到这些颗粒出现双折射的原因。纸尖可以从根尖孔穿出到达根尖周组织，将感染根管内的细菌带到根尖区，引起持续性的根尖周炎。

临床常见的根尖周组织内异物包括银汞碎屑、牙髓密封剂和钙盐，后者来源于进入根尖周的氢氧化钙。在一项采用组织学和 X 线微量分析法对 29 例牙髓治疗后根尖组织活检的综合性研究中，发现 31% 的病例所含的材料的成分与银汞和牙髓密封剂相符。

杜仲胶（Gutta-percha）具一定有生物相容性，能被牙髓及根尖周组织接受。但是临床观察发现，过量的杜仲胶会影响根尖周炎病灶的愈合。最近一项动物实验发现，体积较大的杜仲胶能被胶原完全包裹，而杜仲胶的细颗粒则引起局部的强烈炎症反应，以巨噬细胞和多核巨细胞浸润为特征，属典型的异物反应。这种巨噬细胞聚集是对细颗粒杜仲胶的反应，对根管超充的根尖周炎症愈合有明显的影响。

此外，根管充填材料可被刺激组织的物质污染，从而引起根尖区的异物反应。对牙髓治疗后无症状、但 X 线检查阴影持续存在的根尖周炎病例作病变方块切除，显微镜观察见其中有的病例杜仲胶已经被污染，有大量的多核巨细胞浸润，伴有双折射的包涵体。后者在透射电镜下呈高电子密度，能量散射性 X 线微量分析发现含镁和硅，估计镁和硅是由被滑石污染的超充材料残余带入根尖区，在随访时已被吸收。

四、短暂性根尖阴影

短暂性根尖周阴影指根周膜和牙髓创伤后发生的根尖周阴影，这种阴影未经治疗会自行消失。在一项 637 例脱位牙齿 X 线照片的回顾性研究中发现，短暂性根尖周阴影在受伤牙齿中的发生率约占 4%。阴影出现在牙齿受伤后不久，伴有牙齿变色和牙髓感觉丧失。这些临床和 X 线改变是可逆的，牙齿逐渐会恢复正常。根尖阴影的出现可能是根周膜由于中等强度创伤引起的短暂的非感染性炎症，随后根尖周和牙髓组织会自行修复。如果将根尖阴影作为唯一的诊断标准，这类根尖周病变可能会被误诊为牙髓感染引起的根尖周炎，导致临床上采用不必要的治疗措施。因此，诊断应将创伤史和可逆性的牙齿变色、牙髓感觉和根尖阴影等因素作综合性考虑。

五、致密性根尖周炎

致密性根尖周炎又称局限性硬化性骨髓炎，是来源于牙髓的具有特殊X线和组织学表现的慢性根尖周炎症。常见于中青年，好发于下颌第一磨牙。病变表现为患牙根尖周骨质出现界线清晰的致密性阴影。患牙牙髓已经坏死，对叩诊有时不敏感。对这类病变的组织学研究较少，现有资料表明病变表现为缺乏髓腔的致密的骨小梁团块。沿着骨小梁周围有成列的活跃的成骨细胞，骨小梁间有淋巴细胞浸润。根管治疗通常可使病变完全消失。但是，本病在X线诊断上须与牙骨质异常增生相鉴别。后者是原因不明的良性瘤样病变，常累及活髓的健康牙齿。

（李汝瑶）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第五章
根尖周病微生物学

第一节 简　介

一、微生物病因学

根尖周炎是由根管内的微生物感染引起的。有两个非常经典的科学研究奠定了我们目前对根尖周炎病因学的理解。Kakehashi 等于 1965 年将无菌鼠的牙髓开放，牙髓仍可保持活力而且 X 线片上也没有根尖周病理改变的征象。但是，当无菌鼠接受了从其他普遍饲养鼠上转移来的口腔正常菌丛后，产生了牙髓坏死和根尖周病变。10 年之后，Sundqvist 等的研究表明对于人类外形完整而牙髓坏死的牙，只有在根管内可检测到细菌存在的牙才会患根尖周炎；牙髓坏死而根管内无菌的牙在 X 线片上是没有病理改变的。他的结果随后得到了 Bergenholtz、Moller、Fabricius 等人的证实并进行了更进一步的深人研究。

细菌是绝大多数根尖周炎的致病因子，而酵母菌作为致病因子的根尖周炎也偶见报道。引发根尖周炎症反应伴随的根尖周骨丧失的可能因素包括有：严重的殆干扰；牙髓治疗中使用的材料引起的化学刺激或者是过敏反应。但是，由非微生物因素引起根尖周炎这一观点还缺乏有力的科学依据。本章集中讨论根尖周病中的微生物学。

根尖周病治疗的成功与否依赖于对根管系统中微生物感染的控制程度。高质量现代牙髓治疗的关键之一在于医生是否对根尖周病微生物学有彻底的认识。

二、细菌分类

牙髓病相关细菌分类见表 5-1。对包括牙髓病学在内的口腔临床医学而言，细菌分类学的发展具有重要意义。首先，它帮助我们了解牙源性感染的病因学发病机制。由于对产黑色素拟杆菌（Bacteroides, melaninogenicus）致病能力的认识，将其分成了 9 个菌种（表 5-2）就是一个极好的例子。其次，微生物对治疗的敏感性各不相同。特别是在那些顽固性感染的病例中，病原菌的详细微生物学研究资料将有助于我们成功地治愈这些病人。由于口腔细菌分类学研究的飞速发展、不同的名称同时使用造成了许多混乱。

表 5-1 牙髓源性感染细菌分类表

革兰阴性球菌	革兰阴性杆菌	革兰阳性球菌	革兰阳性杆菌
厌氧菌			
韦荣球菌属	普氏菌属 紫质单胞菌属 类杆菌属 梭杆菌属 弯曲杆菌属 新月形单胞菌属 密螺旋体属	消化链球菌属	优杆菌属 双歧杆菌 梭状芽胞杆菌属 丙酸杆菌属 乳杆菌属 放线菌属
兼性厌氧和需氧菌			
奈瑟球菌属	嗜血菌属 艾肯菌属 二氧化碳噬纤维菌属 肠杆菌属 克雷白杆菌属 埃希杆菌属 假单胞菌属 变形杆菌属 柠檬酸细菌属 黄单胞菌属	链球菌属 孪生菌属 肠球菌属 葡萄球菌属 微球菌属	丙酸杆菌属 乳杆菌属 放线菌属 芽胞杆菌属 棒状杆菌属

表 5-2 产黑色素厌氧杆菌分类简表

原始分类	第二次分类	目前分类
产黑色素类杆菌	类杆菌不分解糖亚种	不解糖紫质单胞菌 牙龈紫质单胞菌 牙髓紫质单胞菌
	类杆菌中间型亚种	中间普氏菌 黑色普氏菌（*Prevotella nigrescens*） 躯体普氏菌
	类杆菌产黑色素亚种	产黑色素普氏菌 齿垢普氏菌 卢氏普氏菌

三、细菌的结构

根据细菌细胞壁的结构可将细菌分为革兰阳性菌和革兰阴性菌两类。这两类细菌都有脂质双层结构的细胞膜。不同的是革兰阳性菌的细胞膜外有由较厚的肽聚糖层（peptidoglycan）构成的细胞壁，而革兰阴性菌的肽聚糖层较薄，其细胞外的一层外膜（out membrane）也是细胞膜的一部分。革兰阳性菌和革兰阴性菌的细胞壁结构如图5-1所示。革兰阳性菌和革兰阴性菌细胞壁结构显著不同，导致这两类细菌抗原在细胞表面的呈递、宿主易感性和对抗生素的敏感性等方面都有很大差异。革兰阳性菌和革兰阴性菌都有荚膜、菌毛、鞭毛等相似的表面结构。这些相似的表面结构直接参与了细菌与宿主组织细胞间的信号传递，并与机体防御机制间的相互作用，却导致了各不相同的结果。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

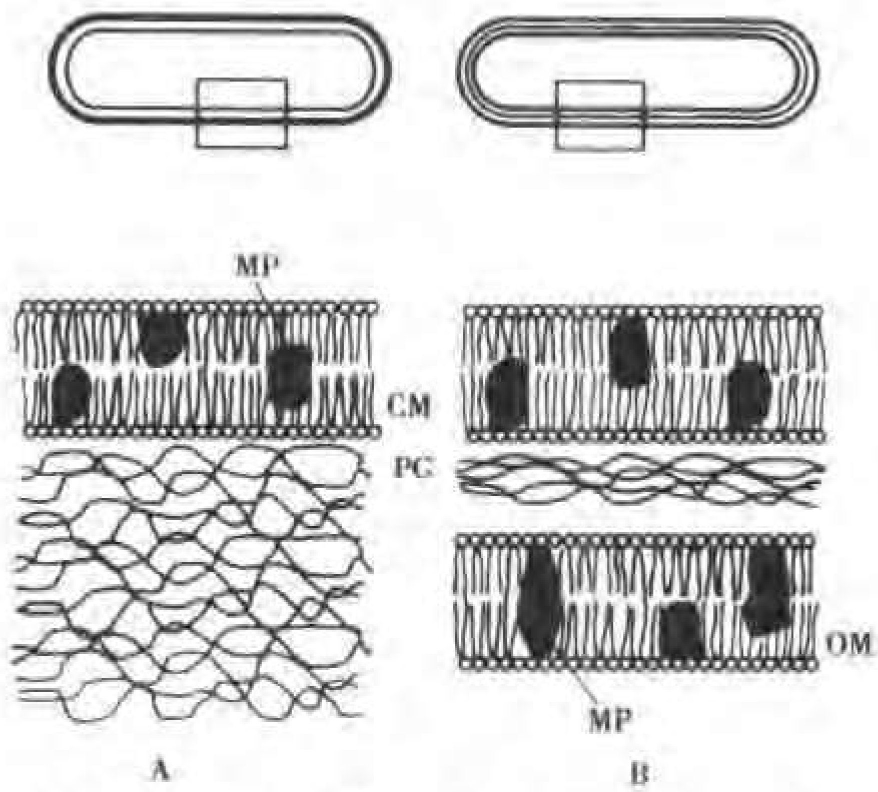


图 5-1 革兰阳性与革兰阴性细菌细胞壁结构简图

A. 革兰阳性细菌 B. 革兰阴性细菌

缩写：CM：细胞膜；PG：肽聚糖；OM：外膜；MP：膜蛋白

四、细菌的致病性及其在牙髓感染中的毒力

在牙髓病学研究中，细菌的致病性和毒力可以从以下几个方面进行评估：①引起疾病的能力；②产生以下症状中一种或几种的能力：疼痛、触痛、肿胀、瘘管产生；③细菌导致根尖周病牙髓治疗后预后不良的能力。下面对牙髓治疗不同阶段细菌的致病性和毒力作一简单介绍。

（一）致病性

致病性（pathogenicity）就是使机体产生某种或某几种疾病的能力。许多细菌及其产物都是根尖周病的致病原。只要牙髓坏死的根管内有细菌存在和繁殖，就会导致根尖周炎的产生。与牙周病很不相同的是，牙周病只是由一部分特定的细菌引起。还需要指出的是与牙周袋不同，根管坏死的牙髓内没有如上皮层、巨噬细胞和龈沟液这样的防御因子。未经治疗的坏死根管内迄今从未只单独分离培养出一种细菌，而是至少能同时分离到2至3种以上不同种类的细菌。根尖周炎的主要致病菌是革兰阴性厌氧杆菌。Fabricius 等的研究表明当用口腔类杆菌（*Bacteroides oralis*）现已称为口腔普氏菌（*Prevotella oralis*）接种到猴牙进行单独感染试验时，口腔类杆菌不能在被接种根管内分离出来。而将几种细菌混合接种时，口腔类杆菌可在一定时间段内作为优势菌被分离出来。细菌在根尖周病中的致病性取决于它的抗原结构和其他特性、引起根尖周组织系列免疫反应的能力和导致根尖孔周围的牙槽骨吸收（慢性根尖周炎）的能力。

（二）致急性症状能力

当考虑细菌致牙髓感染急性症状（疼痛、触痛、肿胀、瘘管产生）的毒力时，具有这种毒力的细菌仅是所有具有致病力细菌中极少的一部分。研究表明根管菌丛中某些数目有限的细菌种类与这些急性症状有关。到目前为止尚不知哪一个微生物因素是引起这些急性症状的关键。细菌的表面成分如荚膜，能降解机体免疫球蛋白、补体和其他血

清蛋白的蛋白裂解酶等是引起急性症状的最重要毒力因子。脂多糖、内毒素也是重要的毒力因子。用具核梭杆菌的脂多糖接种到猴牙根管内进行动物实验的结果表明，脂多糖可以引起接种部位的炎症反应和根尖周部位的骨吸收。

（三）导致牙髓治疗预后不佳的能力

根尖周病治疗的成功与否取决于感染是否得到有效的控制。如果细菌对治疗和机体防御系统具有抵抗力，并能在根尖周或根管内生存，根尖周病变的愈合就比较困难。细菌和其他微生物在牙髓治疗失败中作用的研究较难获得研究数据，可用的研究成果较少。与开始治疗时的急性感染相比，革兰阳性细菌在根尖周病治疗失败的病例中起着更重要的作用。根尖周放线菌病就是细菌对根尖周病预后影响的一个典型例子。对 100 例根尖周病牙髓治疗后长期不愈的病例进行微生物学检查，其中 1/3 的病例可查出有粪肠球菌感染。

微生物因素是导致牙髓治疗远期失败的重要因素。其原因包括细菌对吞噬作用的抵御，细菌在根管环境变化后缺乏营养供给的条件下仍可生存等。根尖周病治疗的最终目标是根尖周病变区域的完全愈合，要达到这一目标还有许多工作要做。

第二节　龋坏下牙本质和牙髓的微生物学

龋坏组织是牙髓和根尖周感染的主要细菌来源。采用从髓腔到龋坏部位牙本质连续切片，可进行相应的微生物学研究。软化坏死牙本质的标本中主要是乳杆菌和有产多糖能力的链球菌属，靠近髓腔的龋坏牙本质层中有包括革兰阳性的多形杆菌在内的各种细菌。93% 的龋坏牙齿中含有革兰阳性杆菌，32% 含有革兰阳性球菌，11.6% 含有革兰阴性球菌，5% 含有革兰阴性杆菌。乳杆菌是最常检测到的微生物，超过 50% 的龋坏牙齿中可以找到它。其次是革兰阳性多形杆菌和丝状菌，存在于 25% 的龋牙齿中，并构成口腔菌丛的 50%。这一组中还包括有放线菌、双歧杆菌、丙酸杆菌、优杆菌等。在分离株中有 7% 是革兰阳性厌氧球菌（中间型链球菌和星群链球菌）。兼性厌氧链球菌（变形链球菌、血链球菌、轻唾链球菌和米勒氏链球菌）也占 6%。韦永球菌是最常见的革兰阴性细菌，普氏菌及其他一些革兰阴性杆菌则仅有零散发现。这些最常发现的微生物也是牙髓炎发展过程中最常见的病原菌。当这些微生物到达髓腔后，是它们最先开始入侵牙髓和根管系统。

在细菌远还未达到牙髓时，牙髓对龋坏就已有反应了。各种微生物的代谢产物，如有机酸和各种酶等渗入牙本质小管，使牙本质小管开放，变得有利于细菌的进一步入侵。这些活性物质不仅来自于龋坏部位前端的细菌，也来自于整个龋坏部位的所有细菌。细菌产物引起牙髓组织可复性或不可复性的损伤。

第三节　根管系统内微生物的生物学

一、宿主－寄生关系

根管内的微生物受到许多因素的影响。首先，这些微生物受到进入根管内方式的选

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

择。当根管敞开时，整个唾液和菌斑中的菌丛都可进入；通过龋坏部位进入的则是选择性的包括链球菌在内的革兰阳性兼性或厌氧的杆菌。其他一些可能的微生物入侵途径如牙本质小管、牙折、侧支根管、血源性等，都会以各种不同的方式影响到入侵感染微生物的种类。

细菌进入牙髓后的命运取决于与根管内环境和宿主相关因素在内的生态学因素，以及各种微生物之间的相互作用。只要牙髓还有活力，牙髓宿主因素就像其他组织的一样，起防御作用。从解剖学上分析，由于牙髓缺乏侧支循环，牙髓组织的炎症反应是不可逆性的，感染牙髓将逐渐坏死。坏死组织和炎症渗出物产生的压力给那些喜好这种条件的细菌一个良好的生态环境。

如普氏菌、紫质单胞菌、梭杆菌和消化链球菌在内的蛋白水解性细菌可利用组织和血清中的蛋白质成分为营养来源。蛋白水解性细菌分解免疫球蛋白和补体成分而破坏人体免疫防御系统。普氏菌和紫质单胞菌甚至可以产生多糖荚膜来抵抗吞噬作用和中性粒细胞的细胞内杀灭作用。这些细菌不仅能在宿主免疫防御机制下存活，还可繁殖。微生物的生长依赖于环境中是否有足够的营养物质。根管和根尖三角区内的细菌受到人体防御系统的作用很少。即使根管敞开，根管内渗入氧气的含量十分有限，兼性微生物消耗了氧后给厌氧微生物创造了一个良好的环境。总之，坏死根管内的菌丛随牙髓感染时间的推移而不断变化，主要是具有抵抗宿主免疫防御机制作用的蛋白水解性和厌氧性菌丛。

对根管内细菌生态学动态变化的理解来自于一系列在猴身体上进行的实验。从一个有根尖周破坏的牙根管内分离到了 8 个菌株，分别是：*S. milleri*，*E. faecalis*，*P. anaerobius*，*A. bovis*，*P. acnes*，*P. oralis*，*F. necrophorum*，*P. nucleatum*。从比例而言，所有的分离培养中 *P. oralis*，*F. necrophorum*，*F. nucleatum* 和 *P. anaerobius* 各占分离培养的 10% 以上；而兼性厌氧的 *E. faecalis* 和 *S. anginosus* 各占分离培养的 5% 以下。这 8 个菌株在实验室内进行纯培养后以同比例（各占 12.5%）重新接种到牙髓已受伤的 12 个根管中，并封闭髓腔 6 个月。再对 12 个牙进行取样观察发现，8 株菌的平均比例与它们在原始分离时的比例基本相似。用同样的 8 株菌在兔牙模型上进行的研究也发现了同样的比例变化。

类似的实验还发现尽管主根管内的微生物构成相似，但根尖和牙本质小管内的微生物构成却截然不同。例如，以大肠杆菌为代表的革兰阴性兼性菌可以生存在主根管中，它在以厌氧菌占优势的根尖区的数量就很少。

二、微生物间的相互作用

微生物间的相互作用是感染根管内菌丛调控的另一个主要机制。由于牙髓和根管被感染之前是无菌的，没有一个细菌是根管内本身具有的，细菌从进入根管开始就互相之间存在竞争。除了竞争营养物质和生存空间，还通过包括过氧化氢、氨、硫化物和各种酸在内的有害代谢产物等产生的拮抗作用来阻止其他细菌的生长。更特殊地是，细菌可产生一种被称为细菌素的高分子量产物，它能特异性地抑制其他细菌的生长。乳杆菌和链球菌产生的细菌素在口腔粘膜菌丛的生态结构中起着重要的作用。细菌素主要抑制外源性细菌在口腔和呼吸道内定居。对厌氧菌而言，细菌素对牙菌斑菌丛的调节中起着重

要的作用。目前对根管内细菌产生细菌素的情况所知不多，但可以肯定细菌素一定在此扮演重要的角色。

与此相反，细菌从其他菌的存在中获得益处的例子多得不胜枚举。细菌之间互相促进作用的例子是共生，即两种菌都可从对方获得益处。另一个例子是蛋白水解作用降解了免疫球蛋白和其他蛋白质后，不仅摧毁了机体的免疫防御机制，其产生的多肽和氨基酸还是其他细菌的营养来源。细菌之间的消极或积极相互作用使菌丛内的细菌有选择性地共生或者是互相拮抗。根管内菌丛中某些细菌共发现的比例是极不平衡的（表5-3）。这种相互作用与龈下菌斑、舌背和扁桃体隐窝内菌丛的调节是基本一致的。

表 5-3　牙髓坏死根管内细菌共发现的比率

高　比　率	低　比　率
P. intermedia-P. anaerobius	*P. intermedia-P. propionicus*
P. intermedia-P. micros	*P. intermedia-P. endodontalis*
P. endodontalis-F. nucleatum	*E. alactolyticum-S. mitis*
P. anaerobius-E. alactolyticum	*E. alactolyticum-actinomyces*
P. anaerobius-E. lentum	*F. nucleatum S. anginosus*
P. micros-E. lentum	*F. nucleatum-S. mitis*
	F. nucleatum-actinomyces
	P. anaerobius-V. parvula
	P. micros-A. israelii
	P. micros-P. propionicus

注：高比率是指两菌共发现的比率5倍于单独发现某一种菌，低比率是指单独发现某一种菌的比率2倍于两菌共发现

微生物在根管内微环境的一些生态学相互作用与其在口腔内其他微环境内的相互作用是明显不同的。牙龈紫质单胞菌是菌斑和唾液中最常见的产黑色素菌，牙髓紫质单胞菌则是感染根管中的常见菌。造成这种选择性差异的机制尚不清楚。

第四节　细菌的局部定居

一、主根管和侧支根管中的感染

根管系统中感染性微生物菌丛的生存状况取决于以下三个因素：①氧化还原电势（氧含量）；②可利用的营养物质；③宿主的防御反应。

牙髓发生坏死后，由于厌氧菌的作用氧化还原电势非常低。尽管对厌氧菌营养来源的研究不多，厌氧菌可利用的营养物质显然是多种多样的。可能的营养来源有：①坏死的牙髓组织；②根尖孔、侧支根管和开放的牙本质小管中渗出的炎性渗出物和体液；③通过龋坏部位，牙本质小管和充填物渗漏扩散的口腔内体液。由于血管循环系统缺乏，坏死牙髓中宿主免疫防御系统的作用非常有限。坏死牙髓中机体免疫防御系统作用差，加上营养丰富，导致了根尖周炎中的微生物主要定居在主根管中。通常感染不会超出根尖孔，根管之外也检测不到细菌的存在。根尖周围炎在光学显微镜和电子显微镜下的特点是：根尖孔和根尖孔附近的根尖组织聚集了大量的多核巨噬细胞，主根管内有大量的微生物聚集。

根尖孔附近、根分叉处和根管其他部位侧支根管内的细菌定居情况尚无独立的研

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

究。但是，对根尖周炎进行的组织学研究结果表明细菌侵入了侧支根管。X线片常见到的根侧牙周膜炎症也说明细菌侵入到侧支根管中。

二、牙本质小管的侵蚀

细菌通过对牙本质小管的入侵从主根管扩散到周围的牙本质中。细菌入侵根尖部根管或主根管的牙本质小管的数目及比例，目前知之甚少。这一点也解释了为什么从临床症状去评价细菌对牙本质小管的侵蚀是困难的。尽管体外实验和体内研究的结果表明像链球菌、乳杆菌等革兰阳性菌比革兰阴性菌更易侵入到牙本质小管中，但不同细菌在体内或体外侵入牙本质小管的具体能力仍不十分清楚。

细菌侵入牙本质小管的机制尚有待于进一步研究。目前所知的最具侵袭的细菌是非能动菌，因此细菌对牙本质小管的侵袭力并不取决于细菌的细胞能动性。细菌侵入到牙本质小管内后，对邻近牙本质小管的侵袭并不显著。在此相反，体内和体外的研究都显示细菌对牙本质小管的侵袭是随机的。一个充满细菌的牙本质小管附近围绕的牙本质小管往往是空的。牙本质小管中的细菌是典型散发性的细胞堆积，而不是细菌持续生长后从主根管向周围扩散。牙本质小管内的细菌也可能破坏牙本质小管的结构，突破牙本质小管进入周围的牙本质中。

三、根尖周组织中的细菌

直到最近，根尖周炎中的细菌生活在主根管、侧支根管和牙本质小管等组成的牙根管系统内的概念才被普遍接受。Dahelen 等人对患根尖周炎猴用根管内菌丛免疫后效果进行的研究表明：免疫反应对根管内细菌的量和比例并无影响，但是从根尖区的组织切片观察到炎症反应减轻，病损区的边界变得更清晰；病损区周围有很明显的纤维分界区。这一现象表明，慢性病损区的宿主防御反应能有效地抑制细菌的入侵和防止感染的播散。Langeland 等进行的组织学研究中发现细菌基本不同时位于根管内坏死的牙髓组织和根尖周组织中。仅仅在肿胀、急性脓肿形成的急性期，微生物才能战胜机体的防御机制从根管内侵入到根尖周组织中去。根尖周放线菌病则是一个例外，因为引起放线菌病的 Actinomyces spp 在根尖周病损区可被检测到。根尖周放线菌病存在的瘘管也表明在根尖周以外的软组织中有细菌感染。但是，瘘管在进行了根管化学机械预备及根管局部药物治疗后都会很快闭合。这表明根尖周区细菌的生存依赖于根管内是否有持续感染。并不是所有的病例都对完善的根管治疗表现出良好的反应。除了根尖周放线菌病外，对进行了根管治疗后根尖周炎持续存在的病例进行的研究表明：细菌可在根管系统之外的牙根表面或者根尖周组织中存活。除了机体对根管治疗后的修复反应差外，包括牙本质小管、侧支根管和牙根表面在内的牙根结构、超出根尖孔外的牙本质碎屑、多余的充填材料也是根尖周外感染的原因。

四、根尖周炎与菌血症

由根尖周炎引起的菌血症主要有两个途径。急性根尖周病损区内有大量生长活跃的细菌，它们可在组织内扩散而进入淋巴管内。急性感染时局部淋巴结的肿胀和压痛是感染扩散，不再限于局部的临床征象。假如这些细菌扩散到淋巴结之外，进入血流即引起

菌血症。这种根尖周感染菌血症非常少见，但后果比较严重。引起菌血症更常见的原因是由于创伤而将细菌播散到血流之中。在拔牙、牙周病牙的机械洁治甚至刷牙时，这种情况都经常发生。

未经治疗的无症状根尖周炎中的细菌是否会进入血运循环尚无定论。对根尖周炎进行牙髓治疗时，已证实存在着一过性的菌血症。Heimdahl 等对 20 个牙髓坏死病人进行牙髓治疗时的血液标本进行培养，其中 4 个血标本中发现有细菌存在。牙髓治疗性菌血症的每毫升血中细菌数低于拔牙和洁牙性菌血症。Dekelian 等对 26 个牙髓治疗期间病人的血液标本进行了研究后发现 42% 的病人曾发生过菌血症。其中半数的病例在治疗过程中故意将最小号的锉穿出根尖孔 2mm。从血标本中检测的细菌种类有：*Fusobacterium nucleatum*，*Prevatella intermedia*，*Peptostreptococcus prevotii*，*Propionibacterium acnes*，*Actinomyces israelii*，*Streptococcus intermedius*，*Streptococcus sanguis* 和 *Saccharomyces cerevisae*。根管预备完成 10 分钟后再取血液标本，这时只能检测到依氏放线菌和痤疮丙酸杆菌在内的革兰阳性菌。

第五节 微生物菌从的概述

随着培养技术的提高、经验的积累，厌氧菌的培养、分离和鉴定变得更为可行和可靠。根尖周炎是以专性厌氧菌为主的多种微生物感染。每一病例中检测到的微生物种类并不多，通常在 2 到 8 种之间，实际上每一根管中不会超过 20 种。从不同根尖周炎病例分离到的细菌种类在很大的程度上与感染牙周袋内的细菌种类是一致的。但是也有一些例外的情况，如伴放线放线杆菌极少能在根管中分离到，牙髓源性的牙髓普氏菌则偶尔能在口腔内的感染中分离到。治疗前根尖周炎通常能分离到的细菌属类在表 5-4 中列出。显微镜发现的感染根管内螺旋体直到最近才被分离和培养出来。从感染牙髓中得到的四个分离株与 *Treponema pectinovorum* 相似，另有两个株是以前未发现的新菌种。

表 5-4 根尖周炎根管治疗前常分离到的细菌种属

属	种
革兰阴性厌氧杆菌	
Prevatella	*P. intermedia*
	P. nigrescens
	P. buccae
	P. oris
	P. oralis
	P. denticola
Porphyromonas	*P. gingivalis*
	P. endodontalis
Fusobacterium	*F. nucleatum*
Campylobacter	*C. rectus*
Selenomonas	*Selenomonas spp.*
革兰阳性厌氧球菌	
Peptostreptococcus	*P. micros*
	P. anaerobius

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

续表

属	种
革兰阳性厌氧杆菌	
Eubacterium	*Eubacterium spp.*
Propionibacterum	*P. aenes*
Actinomyces	*A. viscosus*
	A. israelii
	A. naeslundii
Lactobacillus	*Lactobacillus spp.*
革兰阳性兼性厌氧球菌	
Streptococcus	*S. anginosus*
	S. intermedius
	S. constellatus
	S. mitis

第六节 急性根尖周炎的微生物学

一、细菌与临床表现

根尖周炎的临床症状有疼痛、压痛、肿胀、脓肿或瘘管的形成。Sundqvst 对根管内存在的各种不同细菌进行了比较研究后发现，当同一根管内发现有 6 个以上不同的细菌时，疼痛发生的概率大大增加。病变区的大小也与细菌种类的数目呈正相关。这一研究表明细菌间的共同作用是一个非常重要的毒力因子，而且在致主观症状发生上也起重要的作用。这一研究结果同时证明了急性症状与产黑色素拟杆菌（black-pigmented Bacteroides）存在相关性。Haapasalo 对 62 例根尖周炎的病例进行细菌学研究后发现，产黑色素类细菌中的牙龈紫质单胞菌（6 个分离株）和牙龈普氏菌（2 个分离株）仅在有临床症状的牙中发现，而普氏菌属的中间普氏菌、齿垢普氏菌和卢氏普氏菌在有临床症状和无临床症状的牙中均有发现。治疗开始时如检测到产黑色素的牙龈紫质单胞菌或牙龈普氏菌，那么病人就诊后一周内出现持续的疼痛等症状的可能性大大增加。在无临床症状的根尖周围炎也偶尔能分离到牙龈普氏菌和牙髓普氏菌。

牙龈普氏菌和牙髓普氏菌是与临床症状出现密切有关的细菌。据报道，另有一些细菌与有症状根尖周炎出现相关，包括革兰阴性厌氧杆菌：*Prevatella baccae*，*Prevatella dentalis*，*Porphynomonus gingivalis*，*Porphynomonas endodontalis*，*Fusobacterium nucleatum*；革兰阳性厌氧杆菌：*Eubacterium yurii*，*Eubacterium spp.* 和革兰阳性厌氧球菌：*Peptostreptoccus magnus*。牙髓内脓肿中能分离到的细菌种类有具核梭杆菌、牙龈普氏菌、牙髓普氏菌和中间普氏菌等。但是目前的基础和临床研究都未能将菌丛的构成情况与症状的出现进行比较研究，目前的研究结果也不能说明某一种细菌就导致了根尖周炎临床症状的出现。以后的深入研究会发现新的和更多的细菌与根尖周炎临床症状出现有关。

尽管根尖周炎感染症状的主要相关细菌名单远还没有完成，以下两个结论是肯定的：①根尖周炎治疗时或治疗后短时间内出现临床症状是由多种细菌混合感染引起的，其中厌氧菌起着关键的作用；②当根管内各种细菌数目增多，牙龈紫质单胞菌和其他某

些厌氧菌构成感染菌丛的一部分时，根尖周炎出现症状的可能性增加。

但是，除了极少数的例子，完善的根管治疗后，根尖周感染都得到了有效的控制，直至症状消失。因此，专性厌氧菌只与治疗开始时的症状有关，并不说明它与牙髓治疗预后差的病例有相关性。

二、顽固性感染中的微生物

在许多国家，对顽固性根尖周感染的病例进行根管微生物检测已成牙髓治疗的一个组成部分。但是，这些病例细菌学有关发现的文献很少，大部分仅是个案的报道。这些病例中经常发现一些非典型的口腔菌丛，这些病例中常发现的有 *Enterococcus faecalis/faecium*、*Pseudomonas spp*、肠革兰阴性兼性杆菌和酵母菌。Siren 对 40 例病人进行了细菌连续培养研究，发现其中均有肠细菌存在。最常分离的是 *E. faecalis*（40 个标本中 28 个分离到），随后是 *Enterococcus cloacas*（40 个标本中 5 个分离到）而 *Enterobacter agglomerans*，*Enterobacter sakazakii*，*Klebsiella oxytoga*，*Acinetobucter sp*，*Psendomonas aeruginosa* 每种仅有 1 个在 40 个标本中分离到。以单独某一细菌感染进行纯培养，分离到 8 株 *E. faecalis*、2 株 *E. cloacae* 和 1 株 *P. aeruginosa*。当进行混合培养时，在兼性和厌氧菌中分离到肠细菌。Waltimo 对 967 例病进行了酵母菌存在情况的微生物研究后发现：在 7% 的阳性培养物中找到酵母菌。*Candida albicans*（白色念珠菌）并不是最常见的酵母菌，同时分离到的有 *C. glabrata*，*C. inconspicua*，*C. guilliermandii* 和 *Geotrichum candidum*。13% 的酵母菌是纯培养得到的，87% 伴有兼性和（或）厌氧菌。

在根管内分离到这些微生物的一个原因是由于不彻底的化学机械治疗可能导致非典型性的菌丛从治疗开始前的较少数变成根管治疗开始后的优势菌丛。肠球菌对通常用于根尖部的氢氧化钙糊剂并不敏感，用氢氧化钙治疗后的阳性病例中能找到大量的肠球菌。革兰阴性肠球菌和酵母菌对如抗生素类的抗微生物制剂低度敏感，如果这些细菌开始仅有较少的数量，它们也能被选择性的培养出来。另一个可能原因是：根管内原本没有这些微生物，由于在进行根管治疗时未注意保持根管的无菌状态而使某些微生物由口腔进入根管内。这两种感染来源何种更为重要目前尚不清楚。但重要的是要意识到它们在根管中的存在，要清除它们应该改换目前的治疗方案。

第七节　慢性根尖周炎的微生物学

一、原发病损

细菌学的研究常常将症状表现和病损大小这样的临床和放射学参数与口腔菌丛的构成成分比较。在牙髓开始治疗之前，无症状根尖周炎的菌丛中以厌氧菌占优势。根管内通常能分离出 2～8 种不同的细菌。非产黑色素和产黑色素类的普氏菌常与革兰阳性厌氧及兼性杆菌一起被分离到。变形链球菌也常被分离到。慢性根尖周炎典型分离细菌的种类见表 5-5。有症状和无症状根尖周炎微生物学的主要差别在于：就平均而言，无症状牙的根管内不同细菌种类较少；就某种与症状出现密切相关的细菌而言，它在无症状牙中极少被发现。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

表 5-5　慢性根尖周炎常分离到的细菌种属

属	种
革兰阴性厌氧杆菌	
Prevotella	*P. intermedia* *P. nigrescens* *P. oris* *P. oralis* *P. denticola*
Campylobacter	*C. rectus*
Selenomonas	*Selenomonas spp.*
革兰阴性厌氧球菌	
Veillonella	*Veillonella sp.*
革兰阳性厌氧球菌	
Peptostreptococcus	*P. micros* *Peptostreptococcus sp.*
革兰阴性兼性厌氧杆菌	
Eikenella	*Eikenella corrodens*
Capnocytophaga	*Capnocytophaga sp.*
革兰阳性厌氧杆菌	
Eubacterium	*Eubacterium spp.*
Propionibacterium	*P. acnes*
Actinomyces[a]	*A. viscosus* *A. israelii* *A. naeslundii* *A. odontolyticus*
Lactobacillus	*Lactobacillus spp.*
革兰阳性兼性厌氧球菌	
Streptococcus	*S. anginosus* *S. intermedius* *S. constellatus* *S. mitis* *S. sanguis* *S. oralis*

二、根管充填后的牙

根管充填完成后牙的根炎周炎与微生物的关系所知有限。这种情况的产生可能是因为这些牙没有临床症状，临床诊断也缺乏依据。因此，在传统上对治疗失败后的再处理集中在治疗技术上寻找原因，而轻视了对微生物学因素的研究。同时，由于使用如氯仿等化学溶剂、去除根管内充填物时达到根尖部后产生的细小碎屑都严重的阻碍了细菌取样。考虑到这些因素后，不使用氯仿后进行细菌取样的研究发现链球菌属、肠球菌属、厌氧链球菌和革兰阳性厌氧杆菌（如丙酸杆菌和真杆菌）的检测阳性率很高；而与牙髓坏死未经治疗牙相比，革兰阴性厌氧菌、普氏菌和梭杆菌的检出率较低。Molander 等用此种方法进行研究，得出了与此一致的结论。

表 5-6 列出了对 100 个根充后伴无症状性根尖损害牙进行细菌采样检查后，主要细

菌种类的阳性率。68%的病例有细菌生长。对革兰阳性和革兰阴性厌氧菌的阳性率进行记录后发现对治疗有拮抗、易于生长的是革兰阳性兼性厌氧菌。尽管它们在根充失败标本中的数目少于在未经治疗牙髓坏死牙中的数目。肠球菌作为最常发现的细菌在32个牙中检测到。与此相似，肠杆菌的检测阳性率也较高。链球菌、凝固酶阴性葡萄球菌、沙氏乳杆菌和念珠菌也常被检测到。Siren等也发现根充失败牙中分离到肠细菌的可能性大大增加。

表5-6 100个根充后伴无症状性根尖损害牙微生物培养结果

微生物	总数	生长情况		
		稀少	中等	多量
肠球菌	32	6	1	25
非产多聚糖型链球菌	7	4	2	1
产多聚糖型链球菌	7	3	1	3
葡萄球菌	7	6	0	1
乳杆菌	14	11	1	2
其他革兰阳性杆菌	15	13	0	2
其他厌氧菌	16	10	2	4
肠杆菌	15	5	1	9
牙胞菌	1	1	0	0
白念菌	3	3	0	0

注：生长情况根据半定量生长分析确定。稀少：仅在液体培养基中生长；中等：传送培养基中少于1000CFU/ml；多量：传送培养基中大于1000CFU/ml

第八节 临床细菌学技术

研究根管系统中细菌的存在情况的手段有培养、染色、免疫荧光抗体染色的免疫学技术和使用DNA探针等。后两种技术主要局限于科研，它们在临床牙髓学上应用的价值尚有待于进一步研究。目前临床牙髓病微生物学使用的技术手段还主要是显微镜检查和传统的培养技术。

一、显微镜检查

（一）革兰染色涂片

根管标本进行革兰染色涂片检查具有快速、简单易行和便宜的特点。所需的仪器设备和材料有：采样用的消毒纸尖、无菌水、玻片、1000倍光学显微镜、镜油和染色用化学制剂。根管标本的革兰染色制备过程如图5-2所示。

由于革兰染色技术所受到的几方面限制，使它在临床应用的价值受到了怀疑。革兰染色所能达到的最佳效果是：显示微生物的外形（球菌、杆菌、酵母菌）和革兰反应结果（革兰阴性或阳性）。革兰染色只能在细菌属的水平上进行鉴别，而在细菌种的水平进行鉴别实际上是不可能的。有一些革兰阳性细菌被染成阴性，一些革兰阴性细菌在组织有机物降解残余形成的背景中极难检测。这样假阳性和假阴性都可能发生。抗生素治疗学也指出，根据革兰染色不能保证选择到合适的抗生素。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

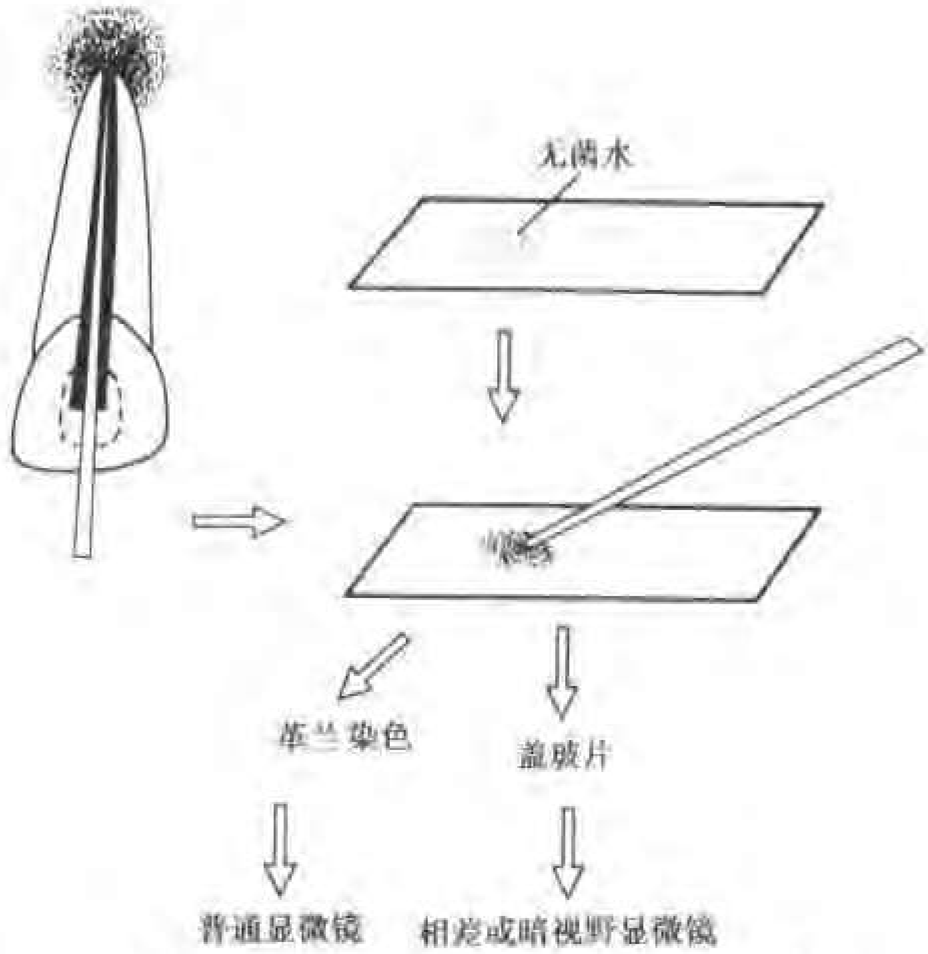


图 5-2　根管标本微生物显微镜检查的预备

了解到革兰染色以上的一些限制后，根管内标本的革兰染色可用于以下一些特殊情况：①向学生示教根管内的牙髓细胞和微生物；②根管内感染菌进行培养时提供先期的临时信息；③已经开始治疗一段时间，起始原因不明（感染或其他原因）而轻微症状持续存在的病损，采样标本中有典型阳性发现时，可以认为病损区存在有微生物。总的来说，牙髓微生物学上总喜欢将培养物进行革兰染色检查。

（二）相差显微镜和暗视野显微镜

根管内标本的采集与革兰染色一样。将标本悬浮在载玻片的水滴中后，立即将盖玻片置于悬混液上以免干燥，并置于显微镜下观察。相差显微镜需要选用合适的物镜与聚焦镜合用。暗视野显微镜的整个聚焦镜系统与普通显微镜完全不同。标本可放大到 400 或 1000 倍（需用油镜）。

相差显微镜相对简单易用，而暗视野显微镜的操作需要一定的经验。在相差显微镜和暗视野显微镜下的细菌边缘与革兰染色相比要清晰锐利。新鲜标本中可观察到细菌的活动性。暗视野显微镜还曾被用于检测根管中的螺旋体。Trope 认为暗视野显微镜下对螺旋体的观察有利于鉴别诊断牙髓源性和牙周源性脓肿。

二、根管内微生物的取样和培养

（一）常规微生物学取样

常规的微生物监控内容包括：诊断、治疗方案的选择，治疗实施。

诊断性采样为感染是否存在提供依据。微菌丛的构成情况也随后可以判明。当牙齿患有牙髓坏死和急性症状时，这种信息就特别有用。菌丛的构成决定了选择什么样的抗生素治疗方案。当急性有症状的感染已经扩散或将要扩散时，治疗或预防性使用抗生素需参考抗生素敏感性实验的结果。

治疗过程中进行采样可监测治疗的进展情况。如果治疗后根管内的微生物菌株并不消失，表明抗生素治疗无效。新菌种的出现表明充填微漏，根折或操作不遵守无菌规则。

治疗的最后，取样进行治疗监控。通常可以发现进行永久性充填之前的根管是无菌的。

（二）根管取样的实际应用

表5-7和图5-2和图5-3标明了对根管进行微生物分析的主要步骤。这包括无菌操作区的预备和保持，用优化的技术从根管中取样、传送、培养和微生物鉴定。各种微生物的诊断学意义列在表5-8。

表5-7 根管内微生物检查的主要步骤

步　骤	材料与方法
准备手术区	消除菌斑和牙石，切龈或局部临时修复放置橡皮障
手术区消毒	30%过氧化氢液冲洗，5%或10%碘酊
手术区感染控制	传递培养液
根管取样	取样液（VMGI），纸尖，传递液或半液体培养基
传递培养液	VMGA III
培养	半液体培养基，血琼脂增菌培养基
微生物分析	判断是否生长，依据菌落形态、生化反应等对微生物进行鉴定分离

在有活力的牙髓中，感染细菌是不能渗透到组织深部的。无菌牙髓去除后留下一个无菌的根管。在坏死和感染牙髓根管内的最初标本中可能有1～6种或更多种的细菌。根管治疗采集的标本通常只有1种或几种细菌，而且数量还很少。因此，如果标本中有数量多而且种类也多的细菌，这表明临时充填物或冠被污染，或者是完全牙折。如果细菌类型和唾液的一样，则说明取样时的操作区已被污染。如细球菌、芽胞菌等的环境性细菌污染可发生于在诊室或实验室操作时未遵守无菌规则。

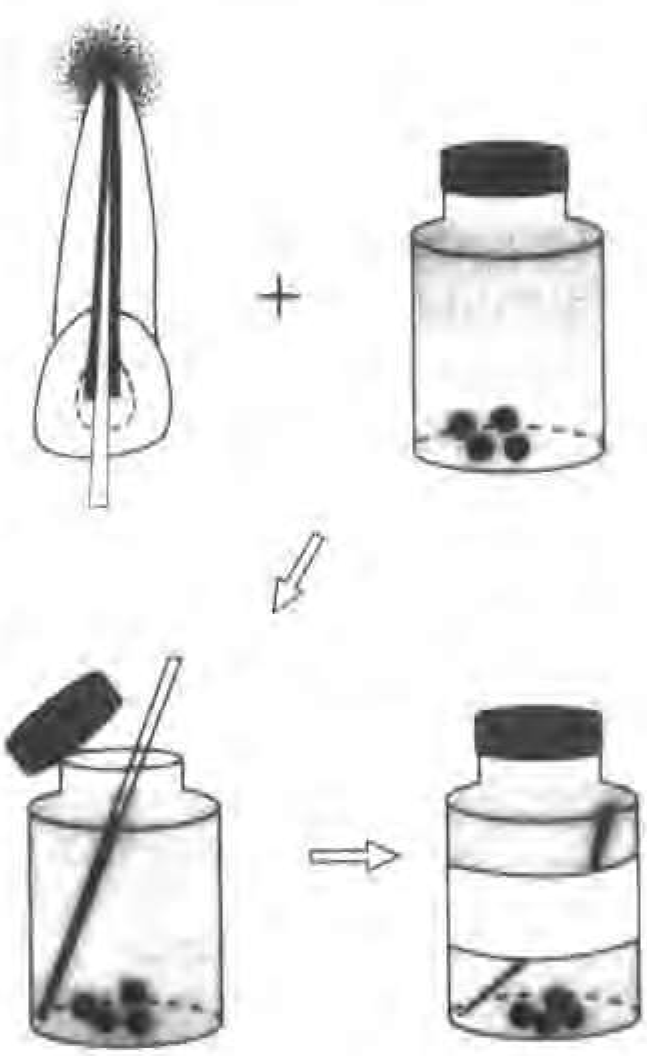


图5-3 根管标本微生物的培养

所有细菌的临床意义目前尚不完全清楚。感染牙症状加重时厌氧菌可能已成为优势菌。临床症状特异性与某些特定的厌氧菌有关，如紫质单胞菌（牙龈紫质单胞菌和牙髓紫质单胞菌）。大部分专性厌氧菌对抗生素十分敏感，也易被清除。其他某些细菌具有一定的抗药性，治疗过程中被选择性地保留到出现在最后的标本中。肠球菌对高pH值具有抵御性，氢氧化钙糊剂充填时可以生存，由此产生了一些特殊问题。但是，它们可能是受抗生素制剂的影响，实验室中培养不到，产生了假阴性的结果。随后它们又在根尖区繁殖生长，引起根尖区的病损。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

表 5-8 根管标本中微生物的意义

微生物	意义				
	频率	致病性	治疗困难性	污染指标	发现该菌的时间与原因
需氧微球菌	+	−	−	+ + +	临床和实验室操作不当
葡萄球菌					
金黄色葡萄球菌	+	+ + +	+ + +	+ +	
表皮葡萄球菌	+	−	?	+ +	
链球菌（产多聚糖型）	+	+	+ +	+ + +	初次取样或发生微漏
变形链球菌					
唾液链球菌					
血链球菌					
口腔链球菌					
链球菌（其他型）	+ + +	+ +	+ +	+	初次或最后取样
米勒链球菌					
星座链球菌					
轻唾链球菌					
中间链球菌					
肠球菌	+ +	+	+ + +	+	最后样本
消化链球菌	+ +	+ +	+	−	初次样本，脓肿
革兰阴性球菌					
奈瑟球菌	（+）	−	−	+ + +	微渗漏
韦永菌	+	+	−	+ +	初次样本或微渗漏
芽胞菌					
芽胞杆菌	（+）	?	?	+ + +	临床和实验室操作不当
革兰阳性厌氧杆菌	+ +	+	+ +	+ +	初次样本或微渗漏
棒状杆菌					
乳杆菌					
内酸杆菌					
其他革兰阳性厌氧杆菌	+ + +	+ +	+ +	+	初次样本或最后样本
放射菌					
真细菌					
肠杆菌	+	+	+ + +	+ + +	临床和实验室操作不当
能动和侵蚀性细菌	+	+ +	?	−	初次样本，脓肿
月形单胞菌					
弯曲杆菌					
艾肯菌					
紫质单胞菌	+ +	+ + +	+	−	初次样本，脓肿
牙龈紫质单胞菌					
牙髓紫质单胞菌					
普氏菌	+ +	+ + +	+	−	初次样本，脓肿
中间普氏菌					
中间普氏菌					
中间普氏菌					

续表

微生物	意义				
	频率	致病性	治疗困难性	污染指标	发现该菌的时间与原因
梭杆菌	+ +	+ +	+	-	初次样本、脓肿
具体梭杆菌					
螺旋体	+	?	-	-	普通培养方法不能发现
真菌	(+)	?	?	+ +	临床和实验室操作不当
白念菌					

(三) 假阳性与假阴性标本

根管标本取样的准确性无法评价。但是，产生假阳性和假阴性的危险是根管取样没有成为口腔临床治疗重要组成部分的主要原因。不同细菌的临床意义尚不完全清楚，进一步诠释也更加困难。

假阳性结果的主要原因是取样要经过未消毒区。橡皮障边缘、裂隙和充填物的泄漏都可能产生假阳性结果。产多聚糖的链球菌、乳杆菌、奈瑟球菌、韦永菌和棒状杆菌是最常见的污染菌。

当标本中找到非口腔微生物时，说明标本在临床或实验室操作过程中已被污染。细球菌、葡萄球菌、芽胞类细菌、肠道细菌、真菌等都是非口腔微生物。需要指出的是，金黄色葡萄球菌、某些肠杆菌和酵母菌可真正地引起根管感染。

在根管取样前将根管空置封闭2~7天后再取样可避免假阴性。这一点对药物临床检测尤为重要。

第九节 抗生素的使用

一、根管内菌丛的敏感性

因为微生物菌丛来源于口腔，口腔微生物表现出敏感的模式也同样适用于根管内细菌。包括根尖周脓肿在内的根管感染在本质上是由多种微生物引起的。绝大多数根管感染细菌对青霉素V敏感，这种抗生素是首选口服抗生素药物。急性根尖周脓肿时以厌氧微生物占优势，甲硝唑或氯林可霉素则被认为是首选药物。已认识到普氏菌、类杆菌、Fikenella和放线菌的耐药株在逐步增多，推荐进行药敏试验。由于一些常见的感染菌如链球菌、葡萄球菌、类球菌和其他一些肠道菌可有多重抗药性，决定换用其他抗生素时推荐进行微生物学诊断和药敏试验。

二、全身抗生素治疗

坏死感染的牙髓缺乏血供，渗透进入根管内的抗生素极少。因此只有当感染超出了根管才进行全身抗生素治疗。由于感染的来源在牙齿的内部，结合进行常规的根管治疗才能达到有效的治疗。全身抗生素使用的目的在于防止感染进一步扩散，控制感染和消除症状。一些严重的病例需要通过外科切开来进行引流。对根尖周炎进行预防性抗生素治疗并无益处。与此相反，短期（1周）和长期（3个月）的青霉素V治疗对根尖周病

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

损的愈合无效。与对照组相比，预防性青霉素治疗对预防治疗后症状出现也无效。但是，菌血症感染高危人群在进行侵袭性牙科治疗之前应用预防性抗生素疗法是有益的。这些高危病人是指曾患感染性心内膜炎、心脏瓣膜修复术、遗传性或获得性心脏瓣膜病的病人。

三、高危病人抗生素的使用

以心瓣膜功能障碍为代表的某些心脏疾病易使机体感染上心内膜炎。由于口腔链球菌引起感染性心内膜炎的比率较高，进行侵袭性牙科治疗时建议采用预防性抗生素疗法。美国心脏学会建议在牙科治疗前1小时服用3克阿莫西林（成人），6小时后再给1.5克。英国和北欧国家的方案仅是在治疗前服用3克阿莫西林。对青霉素敏感的病人，美国建议采用300mg + 150mg氯林可霉素的方案，英国抗微生物化学治疗协会则建议单剂量600mg的方案。对其他一些特殊病人，如风湿热、免疫功能低下、糖尿病和植入人工关节的病人，在口腔科治疗过程中预防性使用抗生素是否必要目前尚无统一的结论。

四、局部抗生素的使用

各种各样的抗生素组合都在根管糊剂中试用过。40年之前是抗生素局部应用的高潮，随后逐步减少。厌氧菌感染治疗的有效药物——氯林可霉素糊剂与传统的根管糊剂相比也没有什么特别的优点。应用氯林可霉素根管糊剂10天之后即可在根管中分离到抗氯林可霉素的肠球菌。用拔除牙进行的体外研究发现，甲硝唑、环丙沙星和美诺霉素的混合物对感染根管的牙本质和龋坏组织都有良好的消毒作用。根管糊剂中加入抗生素的疗效有待于进一步研究与论证。

（陈　罕）

第六章 根尖周疾病的影像学

影像学检查是最基本的口腔疾病诊断方法之一。根管治疗的各个步骤，包括诊断的建立、治疗计划的制定、工作长度的确定、根管充填过程的监测和治疗结果的随访分析，以及根尖手术、拔牙等多种治疗，都离不开适当的影像学检查。例如，根据临床症状和体征就可以确诊根尖周急性炎症，但影像学检查往往是诊断慢性根尖周炎主要的，甚至是唯一的依据。因此，影像学检查在根尖周疾病的诊断和治疗中占有非常重要的地位；无论是普通医生还是根管治疗专家，掌握广博的、扎实的根尖周疾病影像学知识是十分必要的。但是，根尖周疾病的影像学往往不受重视，有关根尖周疾病影像学的论述分散于牙体牙髓病学和口腔影像学的相应章节，很少有详尽讨论根尖组织及其疾病影像学的论文和专著，这一错误观点必须予以纠正。

影像学在根尖周疾病诊治中的作用是：协助诊断和监测疾病的发生发展、临床疗效的评估和追踪观察等。本章主要讨论影像学应用于根尖周疾病诊断和治疗的要点，并简单讨论有关的研究进展；具体内容可参考牙体牙髓病学和口腔影像学的有关章节。

第一节　正常根尖周组织的影像学

与以往观点不同的是，根尖周组织的影像定位实际上是相当复杂的，这是因为：①根尖包埋在不同密度和纹理的骨组织中，形态学上变化甚大；②每组牙齿、每个牙齿之间的根尖、牙周韧带间隙和牙槽骨硬骨板都有其各自的影像学特征；③与每个牙齿有关的局部解剖结构，都有可能影响根尖周组织影像学特征的正确判断。因此，掌握根尖周组织的影像学特征对口腔医生十分重要。

一、根尖周组织的影像特点

（一）根尖与根尖孔

根尖周病变主要由牙髓源性的微生物感染所致。根尖和根尖孔的正常影像学是诊断根尖周疾病的基础。根尖的尖端通常与牙根的长轴成一定的角度伸向

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

某一侧（近中侧，唇颊侧，远中侧，或舌腭侧）；根尖孔通常位于解剖根尖孔的侧方，这意味着X线照片上的根尖并不一定代表根尖孔真正的解剖位置。另外，慢性根尖周炎引起的牙根吸收，可导致正常的根尖从圆钝、界限清楚变得平钝，甚至破坏根尖孔；在愈合过程中，吸收面可变光滑，但很少能恢复原状。

（二）牙骨质

临床牙冠磨耗、磨损或牙齿其他的病理生理过程，可引起根尖部继发性牙骨质量的改变，从而使根尖和根尖孔的影像学定位更为复杂。

（三）牙周韧带间隙

牙周韧带间隙是一与周围骨组织形成明显反差的X线透射结构，有助于精确描述根尖和其周围骨组织的X线影像特征。虽然牙周韧带间隙具有预防牙－牙槽骨粘连的生物学作用，但会随着牙齿动度增加而增宽。例如，牙周炎引起受累牙齿动度增加，根尖的牙周韧带间隙随之逐渐增宽。

（四）硬骨板

硬骨板是环绕牙周韧带间隙外周的骨皮质的放射学名称，实质上是固有牙槽骨。硬骨板与牙周韧带间隙的胶原纤维结合，形成了围绕牙根的、完整的X线阻射线条状影像。

（五）皮质骨

和其他骨的结构一样，上颌骨和下颌骨被皮质骨板包绕。牙根尖往往靠近唇颊侧或舌侧皮质骨板，上颌单根牙的根尖甚至直接接触唇侧皮质骨板，但侧切牙的根尖伸向腭侧。有时上颌牙根表面从根尖到龈缘均缺乏唇侧皮质骨，牙周韧带间隙的细胞和纤维成分悬挂在软组织中，但这在X线照片上难以显示　下颌前磨牙常常悬在髓质骨中，而且下颌牙根尖多指向舌侧皮质骨板。

（六）髓质骨

上颌骨中央髓质部分的结构和密度与下颌骨有一定的区别。在X线照片上，上颌骨的骨小梁表现为典型的细颗粒状，下颌骨的骨小梁随骨髓腔增宽而变粗大。骨小梁的排列取决于牙齿的功能活动，因此，有时可根据髓质骨的结构评估牙齿的功能状态。

二、根尖周局部解剖结构的影像特点

（一）切牙管

位于上颌中切牙之间，其大小和形状变化甚大，可表现为细线状、较大的楔状或心脏样的放射透射区，有时与囊肿非常相似。

（二）鼻腔

上颌骨的前上部分构成鼻腔前份的底部，X线照片上表现为两个放射阻射环，其中央是位于上颌中切牙根方的放射透射区。鼻尖也往往表现为根尖部的弥散放射阻射区。

（三）尖牙窝

尖牙窝的存在降低了上颌侧切牙根方的骨密度，有时类似于根尖周炎。

（四）上颌窦

典型的上颌窦有两个腔，出现在上颌前磨牙和磨牙上方。由于上颌窦形态多变，上颌窦疾病的症状和根尖周病有一定的相似，鉴别诊断时必须注意在X线照片上观察其

外形的完整性，以便将上颌窦下缘与已形成的根尖囊肿、根尖肉芽肿、根尖斜面和突向这一区域的硬骨板相区别。

（五）颧弓

颧弓支持嚼肌群，可突向上颌磨牙的根尖，有时很难与根尖结构相区别。

（六）颏孔

颏孔通常位于下颌前磨牙根尖之间，多数情况下在根尖 X 线照片上清晰可见。但颏孔有时与下颌前磨牙根尖周炎的 X 线表现相似，影响了尖牙、第一前磨牙、尤其是第二前磨牙根尖周炎的准确诊断。

（七）下颌管

下颌管位于磨牙后垫和颏孔间的下颌骨中央，不一定会在 X 线照片上显示出来。下颌管与这个区域内的牙根尖邻近，可能会影响这些牙齿根尖的 X 线检查；更重要的是，可能会增加根管治疗和根尖手术并发症的风险。

（八）腭隆凸和下颌隆凸

在 X 线诊断中，这些骨性结构可能会影响根尖结构的详细分析。

三、根尖周影像学的原则

分角线投照和平行投照是拍摄根尖 X 线照片的两种方法。分角线投照可提供适当的诊疗信息，在某些情况下可能是唯一理想的方法；与之相比，平行投照有更多实践和理论上的优势，只要可能，应尽量应用。带有定位指示装置的持片器，极大地促进了能重现照射几何学的发展，结合平行投照技术能将上颌窦、颧弓和下颌管等结构的伪影减少至最低水平。

要获得更多的其他信息，可应用咬船片、全颌曲面断层扫描、上颌窦和颅骨 X 线照片以及其他特殊的影像学技术。

第二节　根尖周炎的影像学

慢性根尖周炎是一种发生在软组织中局限的炎症反应，在 X 线照片表现为受累区的骨密度降低。当肉芽肿或囊肿形成后，髓质骨和（或）皮质骨将被软组织或液体所代替。

一、根尖周炎影像学与组织学改变的关系

一般认为，用组织学描述疾病过程能够准确反映疾病的特征。因此，影像学特征的准确性取决于其反映疾病组织学改变的相关性。目前，从根尖周炎影像学特征和组织学相互关系的一系列研究中发现：①X 线照片的慢性根尖周炎病变范围，总是小于其组织学的实际大小；②缺乏慢性根尖周炎的 X 线表现并不能排除疾病的存在，但出现了确定的 X 线表现即可明确诊断；③X 线照片不能区别根尖肉芽肿和囊肿。

二、根尖周炎影像学的特征

（一）典型根尖周炎的表现

一般情况下，某些长时间的慢性根尖周炎用 X 线易于做出诊断。但在病损早期、

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

病损很小或根尖解剖结构模糊不清时，根尖周病变放射学改变甚少，X 线诊断相当困难。在这种情况下，相关性研究的结果就具有极为重要的意义。

骨结构的改变是根尖周炎的主要特征。正常骨纹理反映了骨载荷条件下的结构，通常表现为骨小梁自根尖区向外放射。早期根尖周炎的 X 线表现以骨小梁结构紊乱为特征：有时骨小梁紊乱区清晰可见，与周围正常骨组织形成清楚的分界；有时弥漫性向周围正常的骨组织移行。

牙周韧带间隙增宽也是根尖周炎的特征之一，这一特征在平行投照照片上尤为清晰，但由于晚期牙周炎的松动牙也有这一特征，其诊断意义不大。当根尖周炎引起牙周韧带间隙增宽时，可以看见一逐渐增宽的移行区，从未受累的牙周韧带间隙从冠方伸向受炎症影响的根尖牙周韧带间隙。

硬骨板连续性中断是根尖周炎的另一特征。在根尖周炎的病变过程中，硬骨板等骨组织持续发生吸收和破坏，但由于硬骨板在厚度、穿入其中的正常小管数量和投照角度等方面变异较大，其连续性及密度改变的特异性并不高。如果分析比较同一牙根在患病前后的同一投照角度（平行投照技术）的 X 线照片，牙周韧带间隙宽度和硬骨板的连续性有助于根尖周炎的确诊。

当根尖骨丧失明显时，诊断比较容易。但如果缺乏清晰的 X 线透射区，依靠 X 线确诊慢性根尖周炎就比较困难。在根尖周炎出现骨结构改变的同时或之后，可以在 X 线照片看到“猎枪”效应（“shotgun” effect）的改变：骨的基本结构仍然完整，但在局部由于根尖厚度变薄而出现增宽的小腔隙。这是判断慢性根尖周炎是处于持续发展还是愈合状态的重要特征。

因此，确诊慢性根尖周炎的 X 线特征是：根尖部出现水滴样 X 线透射区，伴牙周韧带间隙逐渐变小伸入根侧正常区域与硬骨板缺乏。如临床检查发现牙髓已坏死，即可确诊。

（二）囊肿/肉芽肿形成

根尖病变沿着抵抗力最小的途径扩散，持续扩大，直至周围组织的抑制、保护性功能和感染微生物毒力之间取得平衡为止，其结果是肉芽肿的形成。肉芽肿可以发展为囊肿，也可能静止。肉芽肿或囊肿可被看成是附着在根管出口处的软组织或液体袋。一个发育完好的囊肿可能与根尖完全分离，形成一个根尖真正的囊肿。根尖肉芽肿或囊肿的体部可以伸向根尖周区，也可位于牙根的冠方或侧方。位于牙根冠方或侧方根尖病变的体积可能更大，因此根尖病变的实际大小往往大于其 X 线外观。

慢性根尖周炎的病损大小悬殊，小的难以发现，大的可累及大部分颌骨。临床上，要注意将范围较大的根尖周炎病变与发生在这些部位的其他疾病相鉴别，特别是要确认感染来源的患牙。因此，除了临床检查和牙髓活力测试外，仔细观察与病变相邻牙的硬骨板显得非常重要。

慢性根尖周炎如病情加剧，外周骨到病损中央会呈现一不清晰的边缘，伴有 X 线透射纹放射状伸入周围区域；而肉芽肿或囊肿出现放射阻射环表明其处于一种稳定的状态。但是，目前尚不能确定慢性根尖周炎急性发作的 X 线特征。近期发现，某些根尖囊肿可与根尖区分离，能否通过 X 线照片区分囊肿与肉芽肿引起关注。

（三）致密性根尖周炎

龋损和充填体的渗漏，可累及部分牙髓而形成较局限的慢性牙髓炎，从而持续刺激

根尖部骨组织出现反应性增生，最终发展为致密性根尖周炎。如不作处理，可演变成慢性根尖周炎，在这种情况下，完善的根管治疗是必需的；但在某些特定的病例，只进行活髓的保守治疗或处理修复体、充填体，也可达到使牙髓愈合和根尖骨恢复原状的效果。

（四）暂时性根尖破坏

这是一种发生在外伤，尤其是前牙脱位性外伤后的特殊情况。创伤引起牙髓对外界刺激的反应性丧失，X 线表现与早期根尖周炎的根尖及周围骨组织吸收过程类似。然而，如果牙髓不受感染，有可能出现牙根面的修复过程和硬骨板等根尖周围骨组织的重建。

（五）根尖周炎治疗后的影像改变

目前，对已完成根管充填的牙齿，只根据 X 线照片不能确定根尖周病变处于愈合、扩展或稳定状态，必须将治疗随访的临床检查结果和 X 线照片结合起来。根尖周炎患牙进行根管处理和充填后的头几周，实际上可能会出现骨密度的暂时性增高；接受完善的根管治疗后一年，基本上所有患牙均出现愈合过程的 X 线特征。

根尖手术后，由于手术切除或刮除了所有残留的硬组织团块，术后的 X 线照片会比治疗前更为透射。与根管治疗愈合过程相比，根尖手术愈合过程中的 X 线表现变化更大、更不规则。常见的是根尖瘢痕组织形成，骨小梁自中央向周围放射，出现界限不清的 X 线透射区。如炎症已破坏或手术过程中破坏了根尖两侧的硬骨板，在根尖手术或根管治疗后可出现持续的放射透射区。

总而言之，如果随访发现 X 线照片显示硬骨板连续、无临床体征，就可作出根尖周炎治愈的诊断。

三、影响根尖周炎影像诊断的因素

（一）局部解剖结构

慢性根尖周炎发生在易患龋的上颌侧切牙、第一前磨牙和第一磨牙，根尖周围的正常解剖学结构可能会影响慢性根尖周炎的发现。下颌骨的周边解剖结构较少，发生在下颌骨的病变较上颌骨更易发现；与之相反，如果投照技术不能将颧弓从根尖区显示出来，在上颌磨牙区的根尖病变可能会难以检出。

（二）侧支根管与副根管

根管系统可开口在根管三角的牙周膜以及牙根的其他部位，因此牙髓的炎症可引起这些部位的牙周炎。除了位于接近牙髓出口的区域，这类病变的 X 线照片与局限于根尖的牙周炎类似，因而有必要将之与牙旁囊肿和成人牙周炎区分。一般的 X 线照片难以确定侧支根管位置，与显影剂和数码技术结合可以改善这一状况，根管充填内容物有时也能追踪这些与病变有关的侧支根管。

另外，根管系统在多根牙根分叉区的开口可导致这些部位的炎症。据报道，76% 的磨牙的副根管开口位于根分叉区。该部位炎症的 X 线表现通常与来自龈缘感染的病变类似，因此要进行详细的临床检查，发现感染来源以进行适宜的治疗。

（三）髓质骨受累的影响

由于骨髓质主要成分是含有少而纤细骨小梁的软组织，在 X 线上，累及骨髓质的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

炎症过程比累及骨皮质更难发现。如果肉芽肿和囊肿的形成不累及皮质骨，在X线照片中就很难观察到。

大量的体外实验研究提示，只有当根尖病变累及或穿透骨皮质，才能在X线照片上显示出来。但传统观点一直强调要注意硬骨板的完整性或牙周韧带间隙宽度的重要性。为此所进行的影像学和组织学的相关性研究结果表明：虽然有一定的困难，X线检查还是可以发现髓质骨骨纹理和构成的改变。因此，仍要重视硬骨板完整和牙周韧带间隙宽度对根尖周疾病X线诊断的重要性。

第三节 鉴别诊断

出现与硬骨板相关的根尖周透射区，是慢性根尖周炎的特征。临床上，慢性根尖周炎的患牙大都发生牙髓坏死。然而，少数慢性根尖周炎也发生在牙髓部分坏死或受感染、而其根尖牙髓组织仍有活力的患牙。在这种情况下，X线检查和临床牙髓活力检查都难以协助诊断。因此，有必要列举一些相当常见的、与根尖周炎鉴别有一定困难的疾病。

一、边缘性牙周炎

来源于牙龈的牙周炎与来源于牙髓感染的根尖周炎有部分相同的临床和影像学特征。例如，牙周炎患牙的牙齿松动度增加，其根尖反应与慢性根尖周炎相似。此外，从牙周袋感染来的肉芽组织可扩展至根尖而类似于真正的根尖周炎，这种情况必须与通过牙周膜排脓的原发性根尖病变相鉴别，后者不一定有牙周组织感染。另外，在X线照片上，根分叉区对来源于牙龈感染和根管感染的反应均不大。因此，在鉴别诊断中，测试牙髓活力和评估牙周受累情况十分必要。

二、垂直根裂

根裂，尤其是垂直根裂的X线诊断较为困难。长时间垂直根裂可看成是根尖周炎的一种，此时其牙髓往往受感染，出现根尖周炎的临床和影像学的表现。临床上，垂直根裂与根管治疗联系密切，可能与根充时侧方加压过度有关，或与根充后固位钉形成的应力有关，有时也会发生在已充填牙或完整的活髓牙。裂牙综合征患牙的牙髓活力大多正常，很少累及牙周膜。这几点有助于根裂牙齿的鉴别诊断。

三、骨髓炎

骨髓炎通常是根尖周炎持续发展、累及骨髓的最终结局。从表而来看，感染沿骨组织扩散，与作为致病源的牙齿不再相关。其X线表现变化很大，有时同一病人可同时出现骨硬化和骨溶解的过程。Garre骨髓炎是一种较特殊的骨髓炎，特点是皮质骨板增厚和临床症状轻微。

四、牙周囊肿

典型的牙周囊肿位于下颌尖牙、前磨牙之间，可能来源于相关牙齿牙周韧带中的牙

板细胞或组织残余。如果硬骨板完整、邻牙牙髓活力正常，即可确诊。

五、含牙囊肿

与围绕未萌出牙齿周围的上皮有关。一般通过观察硬骨板的连续性和检查牙髓活力，与根尖周炎的鉴别并不困难。

六、发育囊肿

发育囊肿的临床和影像学特征与根尖周炎类似。由于观察受累患牙硬骨板的影像学表现比较困难，牙髓活力反应是鉴别诊断中重要的依据。

七、创伤性骨囊肿

创伤性骨囊肿在颌骨中相对少见，是有上皮覆盖的死腔而不是真正的囊肿。病因不明，患者多数较年轻，大部病变发生在20～30岁；下颌骨较上颌骨更易累及，病变位于牙根之间，边界清楚。

八、成釉细胞瘤

典型的成釉细胞瘤发生在40～50岁，好发于下颌骨后份，病变部位牙根广泛吸收，皮质骨板可能会膨隆。成釉细胞瘤的X线表现是颌骨的多房性透射区，伴骨小梁的分离，看起来在颌骨中有多个病变囊腔。成釉细胞瘤具有局部侵袭性，并有明确的恶变潜能。

九、牙骨质发育不良

牙骨质发育不良多见于下颌前牙，其发生早期出现X线透射区，到后期则为X线阻射结构。成牙骨质细胞瘤则好发于上颌磨牙，受累牙齿牙髓活力一般是正常。

十、巨细胞肉芽肿

巨细胞肉芽肿与骨化纤维瘤、血管瘤和骨纤维异常增生症同属纤维－骨病变。其X线表现是出现相当大的（10～20mm）透射区，边界不清，病变中有浅淡的骨小梁穿越，大的病变往往会看到多房的透射区。偶尔见到已根充牙齿出现异物巨细胞肉芽肿的特殊病例。

十一、血管瘤

血管瘤的X线特征与巨细胞肉芽肿类似，表现为多房的蜂窝状外观。

十二、系统性疾病

原发性甲状旁腺功能亢进导致颌骨的透射影增高，随后出现边界清楚的圆或椭圆形透射区，与根尖周炎和成釉细胞瘤类似。骨的嗜酸性肉芽肿可以在颌骨有其特殊的表现，其放射学特点也与根尖周炎相似，有时与受累牙的牙髓坏死相关。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第四节　根尖周疾病影像学的研究进展

一、根尖周疾病疗效分析

根管治疗成功与失败的分析已有很悠久的历史，其疗效评判标准与牙周病学和龋病学有一定的区别。在牙周病与龋病中，由于微生物持续的破坏，使其治疗从本质上而言都是临时性的；相反，根管治疗消除了来自根管的感染，其疗效可以是确切的、永久的。

根管治疗疗效的分析，一般通过比较治疗前后不同时段的X线照片来进行。表6-1列出了关于评估根管治疗成败的一般标准，这一标准已得到大量研究的认同。

表6-1　根管治疗成败的X线标准

结　果	随访时X线表现
成功	牙周韧带宽度和外形正常，或在根尖超充物周围有一轻微的透射区
不确定	结果有疑问，对照的X线照片不满意、牙齿因其他原因被拔除
失败	根尖有X线透射区，根尖区骨密度下降或无改善或出现新的透射区

这种分析的可行之处，是可以得到临床医生的认可。因为治疗成功或失败意味着是否需进行再治疗，这是所有医生均熟悉的治疗计划中的关键内容。但这一标准存在如下缺点：①X线照片的判断具有主观性，再加上考虑到牙科X线诊断敏感性和特异性，不能比较来源于不同研究机构、不同研究者之间的研究结果；②只分为成功和失败两组，统计学方法效能低；③不能确定根尖周疾病的存在与否，这些结果的实用性有限。

二、疾病存在的概率评估

简单区分健康牙和患病牙的好处是：可以减少对来自某一时段影像学信息依赖的偏差，研究者更易于校准，获得的信息可用于不同的研究目的。

目前可应用评分法对慢性根尖周炎的存在概率进行分析（表6-2），该系统已考虑到了影像学诊断的不确定性。

表6-2　影像学评估根尖周炎概率的评分标准

分　值	标　准
1	无明确的根尖骨破坏
2	可能没有根尖骨破坏
3	不确定
4	可能出现根尖骨破坏
5	明确的根尖骨破坏

三、指数记分系统

选择确定慢性根尖周炎的标准时，往往偏差很大。硬骨板中断和牙周韧带间隙增宽是最常用的诊断标准，但这些改变并不能准确反映疾病的实际过程；相反，骨结构紊

乱、矿物质早期丧失等细微的特征可能与疾病的关系更密切，但没有受到重视。为此，现已应用根尖指数积分（PAI）进行临床操作分析和流行病学研究（表6-3）。该系统是一定量评估牙根健康状态的方法，直观、重复性好，可降低偏差；与大部分其他临床或影像学评估系统相比，具有很好的统计学效能，并得到大样本影像学和组织学相关性研究认可。但目前对下颌牙齿和上颌尖牙、后牙的相关研究资料不多。

表6-3 根尖指数积分系统的组成

PAI 积分	标 准
1	骨量和反映松动度增加等功能改变的结构基本正常
2	骨量大致正常，但根尖骨纹理结构紊乱
3	骨丧失，有猎枪状改变
4	出现典型的慢性根尖周炎特征
5	出现典型的慢性根尖周炎特征并有病灶扩大

四、受者操作特征曲线

构建受者操作特征（receiver-operating-characteristic，ROC）曲线用于评估几个研究者应用同一方法检出某种疾病的能力。ROC曲线的优点是可对大样本资料进行更先进的统计分析。当应用严格的标准去判断一个牙根是否患病时，该曲线可显示一组牙齿根尖周炎发病率的差别。其缺点是难以应用于临床实践。

在实际应用中，可根据ROC曲线形状判断诊断方法的效能：陡峭、弯曲的ROC1曲线比较为和缓的ROC2曲线有更好的诊断效能，而ROC3曲线没有诊断效能。由此可见，某一方法的ROC曲线在最接近ROC图的左上轴时，其适用性最佳（图6-1）。应用该方法分析了概率评估和根尖指数方法发现，这两种方法都可以比较准确地评估大样本病例的患病率。该曲线正广泛用于牙科影像学和其他影像学的研究中。

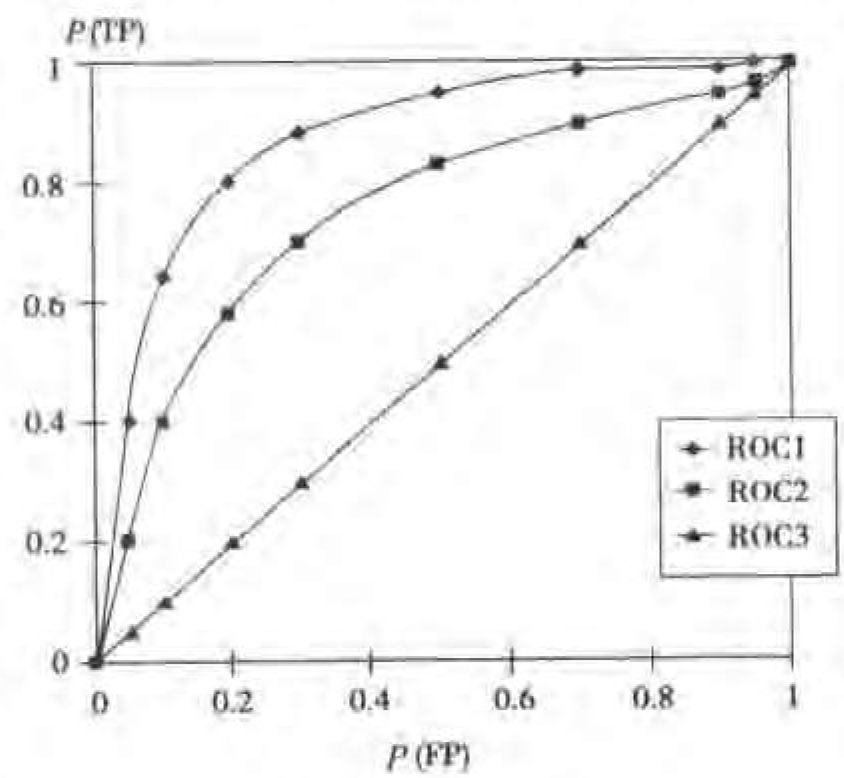


图6-1 ROC曲线

P(TP)：真阳性疾病诊断概率，

P(FP)：假阳性疾病诊断概率

五、数字化放射照片

普通X线检查的主要优点是每幅图像都提供了大量的信息，但这只能定性评估解剖和病理结构，而数字化技术可从这些X线照片中提取更多的定量资料。除了数字化技术以外，目前还应用计算机技术改善对比度和明暗度、调整投照几何学、测量X线图像中某些物体和区域的阻射区密度。这些技术已用于鉴别根尖囊肿和根尖肉芽肿。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

数字化减影技术能定量评估一个阻射区密度改变与时间的关系，可应用于鉴别正在愈合或正在发展的根尖周疾病和其他骨组织的病变。但是，由于投射几何学参数和正常骨结构可随时间而发生改变，这些本底噪音降低了数字化减影技术检测根尖骨改变的敏感性；而且在慢性根尖周炎早期，骨密度的改变不容易发现，这就降低了数字化减影技术在这方面应用的特异性。因此，数字化减影技术还不能成功地应用于根尖周炎的诊断。

目前可考虑应用一种简单而有效的根尖密度测量技术取代上述方法，即在根充时拍摄的数码照片上（左上），用实线圈出病灶周围的区域，连同其周围的部分结构储存在电脑中。病灶外周假设为正常的骨密度的区域同样用虚线圈出。这些区域自动叠放在根充后一段时间后拍摄的照片（右上）上，计算出治疗开始时（左下）和治疗后（右下）一段时间的每个区域平均灰度值，病灶区（AP）和正常区（N）的平均灰度值之比（AP/N）随着根尖病损愈合而增加，逐渐接近一致（图 6-2）。在投照角度和 X 线照片放置均处于最佳的情况下，结合应用数字化技术，这一方法可定量显示治疗后一个月的根尖病变的愈合体征（图 6-3）。

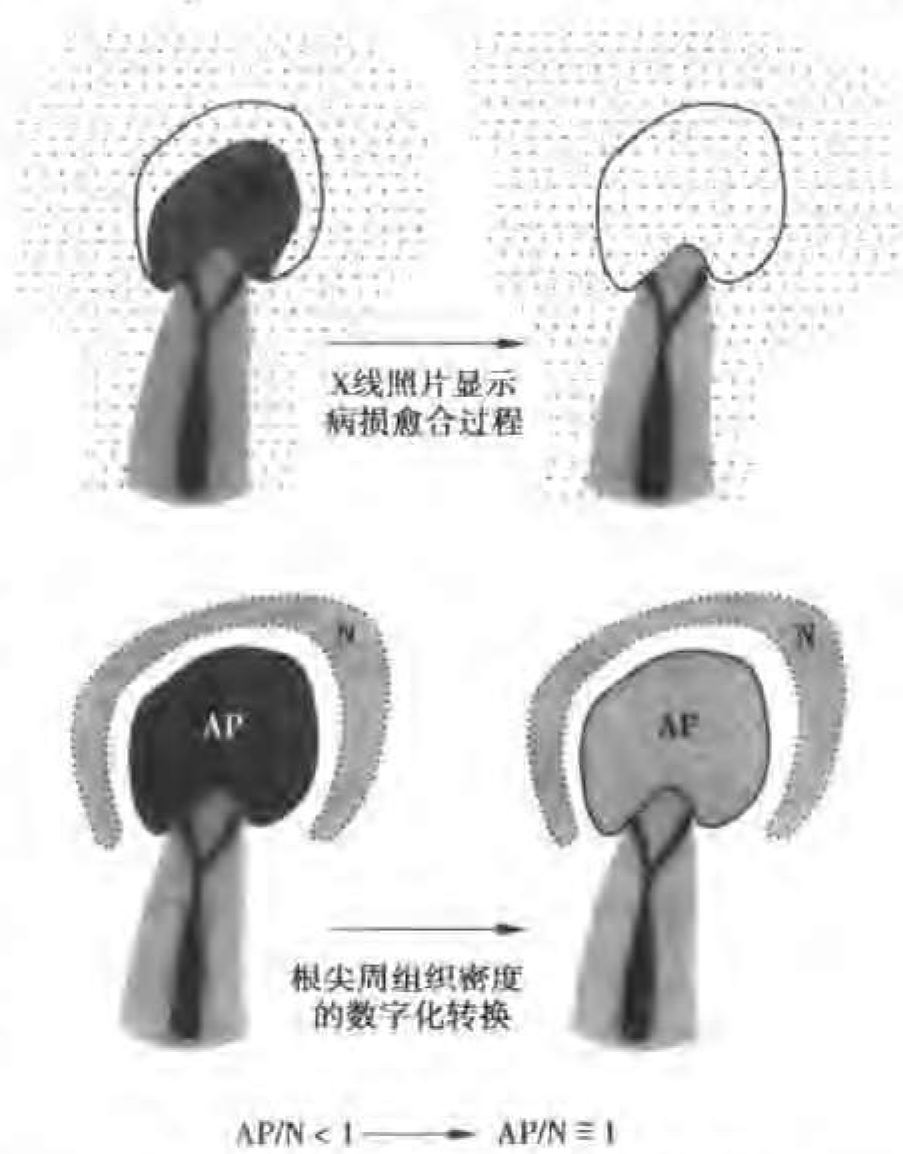


图 6-2　正在愈合根尖周炎的密度测定

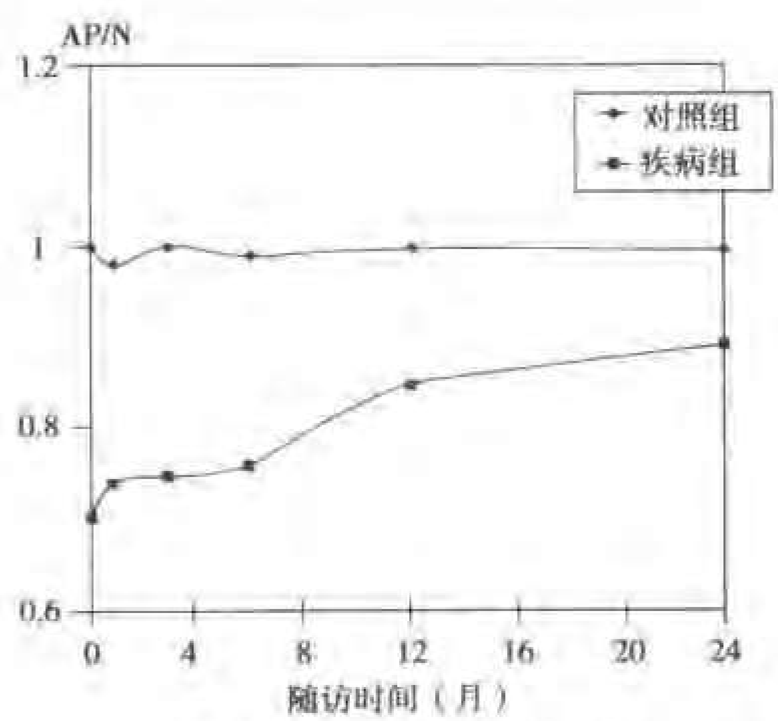


图 6-3　密度测定结果分析

注意治疗组头一个月内 AP/N 急剧上升，但在 12～24 个月缓慢上升

随着科学技术的发展，计算机加强技术和定量放射技术正逐渐引人口腔影像诊断学领域，并与用于直接成像的感应器结合起来。因此，定量化、数字化的根尖周疾病影像诊断可能成为将来的发展趋势，值得关注。

六、特殊的影像学技术

目前，能够直接数字化成像的感应器正在日益广泛应用于口腔影像诊断学。这类感应器可将放射信号直接传递到计算机进行图像的储存和处理。感应器代替X线底片可降低所需的放射量，立即生成图像并在计算机显示出来，消除了X线底片显影、定影所需的化学物质及底片本身带来的环境污染，其主要的优点是快速、简单。但与普通的X线照片相比，这一先进技术得到的照片分辨率大多较低，在获得信息方面并无明显的优势，图像也难以长时间保存。

在实验和临床研究中，应用ROC曲线比较直接数字化图像和普通X线照片对根尖周炎的诊断效能发现：数字化图像的诊断效能相当于或略低于普通X线照片；图像加强技术对提高根尖周炎的诊断水平帮助不大，与这两种技术成功应用于龋病和牙周病的诊断形成反差。

应用磁共振（MRI）和X线体层扫描（CT）等先进的设备可获得更多的信息。MRI已成功应用于成釉细胞瘤和牙源性角化囊肿的鉴别诊断；CT在囊肿，巨细胞肉芽肿和其他颌骨疾病的鉴别诊断方面有相当大的优势；核素显像可检出软组织和骨的生理改变。另外，专门的口腔影像学软件对口腔疾病影像诊断的帮助越来越大，现已成功地应用相关软件进行全景X线照片分析来协助下颌骨疾病的诊断。

（程　斌）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第七章 临床表现和诊断

根据临床症状，通过电诊法，冷热诊和放射影像难以正确诊断牙髓病理情况。因为牙髓的组织病理和临床症状之间缺乏相关性。深入地了解患者的病史、症状和体征，进行必要的临床检查，最后对临床症状、诊断试验以及牙髓对龋病、手术操作、创伤及牙周病的反应综合分析，可以使我们建立经验性的牙髓诊断。临床上大多数需要根管治疗的患牙，准确的牙髓诊断可能只有研究价值，因为最终都要去除牙髓，但对需要保存活髓的患者，尤其是年轻恒牙，准确判断其牙髓状态具有重大意义。

第一节 收集病史

问诊收集病史是牙髓病及根尖周病诊断的第一步。问诊要简明扼要，尽可能不使用医学术语。问诊包括主诉、现病史、既往病史和系统病史。

一、主诉

主诉是用患者自己的语言描述患者迫切要求解决的问题，也是使患者感到最痛苦的问题。大多数牙髓病和根尖周病患者就诊时的主诉为疼痛，这些只能作为参考不能仅以此作诊断。

（一）无痛

慢性牙髓炎一般无痛，部分需要根管治疗的牙通常是在体检或检查相邻牙时才发现。因此不能因为无痛而诊断为可复性牙髓炎。

（二）短暂锐痛

冷、热、酸、甜等刺激引起的锐痛在刺激去除后疼痛逐渐消退，短暂锐痛与牙髓的 A-δ 神经纤维有关，牙髓可能无炎症或呈可复性炎症状态。

（三）长时间剧痛

热或冷刺激引起的剧痛在刺激去除后仍持续数分钟甚至数小时。长时间剧痛常是慢性炎症的急性发作，是与 C 神经纤维有关的严重炎症。

（四）冷刺激可缓解的热痛

化脓性牙髓炎或部分牙髓坏死的患牙，对热极为敏感，比口腔温度稍高的

热刺激即可引起疼痛，而冷刺激则能缓解疼痛。临床常见有患者自行含冷水止痛的现象，提示这是严重的不可逆的牙髓炎症。

（五）咬合痛

患者主诉上下牙咬合时痛，提示牙髓和牙周严重炎症且不可逆。

二、现病史

大多数牙髓病和根尖周病患者就诊时的主诉为疼痛，因此，问诊的主要目的是通过询问病史了解疼痛的性质、程度、时间、部位和诱因等，以获得有助于诊断的各种信息。与患者主诉的疼痛病史相关的许多因素可提示牙髓炎症的不可逆性。

（一）牙本质痛和牙髓痛

牙本质痛是进入牙本质内 150μm 处的 A-δ 纤维受外界刺激引起的尖锐而迅速的疼痛。牙髓炎症可诱发 A-δ 纤维对冷热刺激敏感和对低阈值刺激反应，通过有髓鞘纤维快速传导，转送伤害感受信号，引起疼痛，刺激因素去除，痛感消失，牙髓炎症可以逆转。

牙髓痛是无髓鞘质的 C 纤维受逐渐增加的压力和缓慢传导的热刺激引起的深度钝痛。C 纤维是无髓鞘神经纤维，遍布于全髓，需较高的刺激引起兴奋，疼痛程度剧烈而难以忍受。C 纤维疼痛提示牙髓组织已遭破坏。A-δ 纤维和 C 纤维均被刺激时产生剧烈的牙髓痛，即当牙齿遇到刺激时开始为锐痛而刺激去除后为持续钝痛。

（二）自发性牙髓痛

自发痛是指患牙未受到任何刺激时忽然发生疼痛。特别在夜间，患者入睡后可因牙痛而醒来，或因痛而不能入睡。自发痛可能是由于牙髓炎症引起牙髓局部组织压力增加而导致感觉神经兴奋，也可能是由于炎症介质使神经末端敏感，导致存在于周围神经也可能是中枢神经中的神经肽如 P 物质和降钙素基因相关肽（CGRP）释放出来。这些神经肽能使血管舒张和渗透性增加而进一步增加炎症介质的释放，产生一个正反馈循环。自发痛常常提示牙髓病理变化的严重性和不可逆性。

（三）牵涉痛

牙髓疼痛可牵涉到同侧邻牙或对殆牙齿。疼痛早期患者可定位，但是随着不适的加重，患者不能分辨牙齿疼痛的位置，或主观地认定为某牙位。因此涉及的部位，只能作为临床诊断时的参考。牵涉痛提示牙髓不可逆的严重炎症。

（四）性质严重的疼痛

根据牙痛的强度和性质可以预测牙髓炎症是否可逆，如长时间的剧烈疼痛提示严重的牙髓炎或牙髓坏死。但要注意疼痛的主观性会误导疼痛的严重性，患者对治疗的恐惧会夸大疼痛的感受和对诊断刺激的反应。

三、既往病史和系统病史

了解患牙的既往疼痛史，是否接受过治疗，效果如何以及患者的系统病史有助于临床诊断和治疗计划的拟定。如牙的既往疼痛史中 80% 提示牙髓炎和（或）牙髓坏死，因此大多数具有既往疼痛病史的牙患有不可逆性牙髓炎。若患牙已开髓或接受牙髓治疗，而疼痛未缓解，应考虑治疗不当或误治的可能性。若患者有传染病史如传染性肝

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

炎、开放性结核、艾滋病等，医护人员应特别注意自我保护；若患者有糖尿病、风心病等，则在临床检查和治疗前应预防性使用抗生素。此外，询问患者的药物过敏史可避免出现不必要的并发症。

第二节 基本临床检查

临床检查应循从一般到特殊，从明显到不明显，从外到内的顺序，将临床检查的结果与病史资料相结合，方可做出正确的诊断。基本临床检查是指在临床日常诊疗工作中基本上都要用到的检查方法，主要由医生借助一些基本的诊疗器械如口镜、镊子和探针等来完成。

一、视诊

对口外、口内的视诊应有一定的条理。系统的检查方式有助于医生养成良好的工作习惯，并可避免遗漏某些阳性体征。

（一）口外检查

在询问病史和做基本体征检查的同时即开始口外视诊，主要要注意面部是否对称，有无肿胀或畸形；有无皮瘘或瘢痕。

（二）口内检查

口内检查应首先看患者的主诉部位，因为这是患者最关心的问题，然后再检查有无其他软、硬组织异常。

1. 牙　对牙的视诊主要包括牙的色泽，有无龋洞、充填物或其他原因造成的牙体缺损。对于暗黄或灰黑色（与邻牙比较）的变色牙，应怀疑牙髓坏死的可能；龋洞的视诊包括其位置，大小和深浅以及髓腔是否开放，牙髓是否暴露等。大量研究结果表明，牙髓直接暴露于龋洞时，来自唾液、牙菌斑和龋坏牙本质的微生物可直接进入牙髓而引起感染，保留活髓的治疗成功率低于50%，因此牙髓炎症应该看成不可逆的。只有对牙根未发育完成的年轻恒牙，需依据牙髓暴露时间、穿髓孔大小及其他临床检查等判断牙髓受感染的水平，尽可能保留或部分保留活髓以促进根尖形成。

2. 软组织　主要检查牙龈和口腔粘膜有无色泽，质地和外形等方面的异常，尤其应仔细寻找牙源性病损如窦道或颊沟处粘膜红肿。窦道的存在，提示至少有一个根髓完全坏死而导致根尖周的慢性化脓性炎症。

在解剖结构上，牙髓与牙周组织关系极为密切，它们之间除通过根尖孔相互交通外，还可以通过侧、副根管，甚至牙本质小管交通。细菌可经牙周途径进入牙髓，罹患牙周病的牙的牙髓中多数有细菌和炎症存在，较健康牙的牙髓更易有炎症。

二、探诊

用探针进行检查和协助诊断的方法叫探诊，主要用于龋洞、牙髓腔和牙周的检查。

（一）龋洞和髓腔探诊

用于查明龋损及牙体硬组织缺损的范围和深度，牙髓的反应及髓腔侧壁和髓底是否穿孔等。若发现肉芽组织充盈于髓腔，应探查是牙髓组织还是牙龈增生。

(二) 牙周探诊

主要用于检查牙周袋的深度和范围，有助于诊断逆行性牙髓炎或根尖周炎。

三、叩诊

叩诊是用口镜柄或镊子叩击患牙，根据患者反应协助判断根尖周是否有炎症的检查方法。牙髓部分或全部坏死时常有叩痛，牙髓有活力但有叩痛和（或）扪诊痛，提示牙髓严重感染且可能是不可复的，因此叩诊也可用于间接评价牙髓的活力状况。

叩诊分为两种：一是叩牙齿的咬𬌗面，叩击方向与牙体长轴方向一致的垂直叩诊；二是叩牙齿的颊面和舌面，叩击方向与牙长轴垂直的水平（侧方）叩诊。临床叩诊时应注意不能先叩击可疑患牙，应在一个区域内随机叩击，避免产生“预料中的疼痛”而不是真正的疼痛；其次要掌握适宜的叩击力和注意对比分析结果，临床上应根据病人的主诉和牙痛病史来选择用力程度，一般以使病人刚刚能辨别正常牙和有根尖周或牙周炎症的力度为宜。

叩痛提示根尖周炎症，但叩诊无反应并不能完全排除根尖周炎症。如前所述，感觉试验有活力的牙叩痛提示根尖周炎症严重且可能不可复。此外，注意排除牙周病和牙隐裂引起的叩痛，特别是牙髓有活力的病例，需要配合其他检查鉴别牙周或牙髓来源的根尖周炎症。

四、扪诊

扪诊是用手指扪压患部，根据患者的反应和医生的感触来协助诊断的检查方法。主要用于检查根尖脓肿或囊肿。用食指轻柔地扪压患牙根尖相应部位，可感觉到肿胀部位的形态和质地。检查时应采用随机的方式且结果要与对照牙比较。根尖部扪痛是根尖周炎症的可靠指征，但阴性结果不能说明没有炎症。

五、咬诊

咬诊主要用来检查牙有无创伤𬌗，牙隐裂或根尖周炎。有空咬和咬实物两种，以后者多见。方法是将小棉球或棉枝放在疑有病损的部位，嘱患者咬下，若有隐裂则产生类似撕裂的疼痛；𬌗面牙本质过敏的患牙咬实物时可有酸痛感；急性根尖周炎咬诊也可出现疼痛。

第三节 牙髓诊断性试验

一、感觉试验

感觉试验包括电牙髓测验（electric pulp testing，EPT）和温度牙髓测验（thermal pulp testing），是通过电、冷或热激活牙髓中的神经纤维，然后根据患者对刺激的反应来判断牙髓状态的一种诊断方法。反应是主观的，因此应该区分“恐惧性反应”和真正的疼痛，这常常通过与对照牙比较和同一个牙的重复检查结果来确定。同时，应确保被测牙清洁干燥以减少对牙周或邻牙的刺激。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

除了主观性，这些感觉试验的缺点还在于必须假定牙髓的神经纤维有血供，绝大多数情况下这一假定是正确的，但某些病理情况下牙髓的血供会在神经降解之前失去，从而导致牙髓状态判断错误。刚受过外伤特别是牙脱位的患牙可对试验无反应，数周至数月后可观察到正常的反应。

（一）电牙髓测验（EPT）

电牙髓测验是用电流刺激牙髓神经，特别是位于牙髓-牙本质交界处的快传导有髓鞘纤维（A-δ）。测量值受牙釉质和牙本质厚度、牙面干燥情况、釉质电阻、牙折、充填体、牙体缺损和龋洞的影响，牙齿冠部有大面积修复体覆盖时，电流无法达到牙髓甚至流向牙周组织，可引起假阳性反应。

电牙髓测验采用的刺激方式有两种：单极和双极。双极因为电流局限于冠髓较准确，但目前大多数电牙髓测验仪仍是单极的。

临床操作时，先隔湿待测牙和邻牙，吹干牙面，必要时放置吸唾器。探头上涂一层牙膏或氟胶作为电导体。将探头放在牙面的适当位置，一般认为探头应放在牙的唇（颊）面中1/3处，也有主张探头放在釉质较薄的牙颈部或切缘、牙尖与髓角相应处。术者与电测器间须形成电流回路。随着电流的缓慢增加，嘱患者有热、刺麻感即举手示意。

与对照牙的反应值比较，受试牙对电测有反应提示牙髓全部或部分有活力，但并不表示牙髓炎症是可复性的。疼痛的阈值与牙髓的状态无关。

有研究结果表明，对电测无反应的患牙中，72%牙髓完全坏死，25.7%部分坏死，97.5%须采用牙髓摘除术或根管治疗术。因此，若电测无反应，即使是部分坏死也是成熟恒牙行牙髓摘除术的指征。

根尖尚未发育完全的年轻恒牙，其牙髓对电测刺激的反应不可靠。由于Raschkow神经血管丛要在牙根发育的最后阶段才完全发育，因此年轻恒牙牙髓神经不像成熟恒牙止于成牙本质细胞、前期牙本质或牙本质。冷诊法可有效测试年轻恒牙的牙髓状况。

（二）温度牙髓测试

温度牙髓测试的原理是牙髓的游离神经末梢受到冷热刺激时，可引起牙髓内容物的收缩或膨胀，出现不同程度的感觉反应。温度牙髓测试包括冷诊法和热诊法。

1. 冷诊法　过去常用的普通冰条或氯乙烯（-4℃）不十分可靠，目前认为最有效的冷刺激是二氧化碳冰晶（-78℃）或二氟二氯甲烷（DDM）棉球（-50℃）。这类冷刺激的优点是可以迅速从牙冠或大的修复体表面消退，而且可用于金属修复体，正畸带环，金属夹板，暂时或永久冠，也是测试年轻恒牙最有效的工具。有学者怀疑极冷可能会引起牙釉质裂纹和牙髓不可复性损害，但并未得到证实。

与电牙髓测验一样，冷诊前要干燥受试牙齿和邻牙，将冷刺激物放置于牙的唇（颊）面中1/3或切缘或接近髓角的牙尖处。操作时应该温柔，因为压力可能引起前牙的疼痛。

冷诊有反应出现在牙髓的各种诊断中，因此仅提示牙髓有活力，并不说明炎症是否可逆。而冷诊无反应则高度提示牙髓坏死，需要根管治疗。

2. 热诊法　热诊法很难操作，因为过热会产生不可复性的牙髓损害。牙髓对热刺激的反应可分为两阶段，最初由于热刺激，牙髓的A-δ神经纤维出现局限性的锐痛，随

后C纤维受刺激出现散在的钝痛。临床上最常用的热诊法是热牙胶法。操作时将烤软但不冒烟的牙胶条置于受试牙的唇（颊）面的近切缘（殆面）处，观察患者反应。对已作金属全冠的患牙，除可用热诊进行测试外，也可采用橡皮轮打磨生热的方法判断牙髓状态。与其他感觉试验一样，热试无反应可能提示牙髓坏死，热试有反应提示牙髓有活力但不能说明牙髓真实的病理状况。目前，还没有热诊反应异常与包括牙髓坏死在内的组织学诊断一致的报道。

二、机械试验

实验性备洞（test cavity）是指通过缓慢磨去小量牙釉质和牙本质以判断牙髓活力的方法。在未麻醉状态下，用一小球钻向牙髓方向缓慢磨去牙釉质和牙本质。若牙髓有活力，当磨到釉牙本质界或牙本质时病人会感到尖锐的酸痛。因此，该试验能准确而迅速地判定牙髓活力。但是，由于该试验会影响牙体或修复体的完整，只有当其他方法不能确定牙髓活力或不能实施时才考虑使用。

三、实验性检查

测定牙髓活力的感觉试验的对象必须是对刺激有反应的功能性神经，并且需在牙髓有效血循环和活细胞存在的情况下，方能获得真实的结果。一旦神经受损就可能将活髓误诊为牙髓坏死。说明尽可能测定牙髓血循环状态有利于确诊牙髓活力。为此，有学者提出几种新的实验性检查方法，这些方法也可用于牙髓-牙本质交界处位置的确定。

（一）牙冠表面温度

有学者研究了牙冠表面温度，认为比较活髓和死髓两种牙的牙冠表面温度曲线可为牙髓活力状态的判断提供信息。这项技术是基于这一假设：有活力牙的牙冠表面温度较死髓牙的高，而且牙在受冷热刺激后牙冠表面温度上升较快。

有用胆固醇液晶体的颜色变化作为诊断指标来测量牙冠表面温度。最近的一项用红外线温度记录像机测量牙冠表面温度的研究结果表明受冷刺激后死髓牙的牙冠表面温度较活髓牙的恢复慢。

（二）^{133}Xe放射性同位素

过去，采用放射性材料测量牙髓血循环是通过注射放射标记的微粒来完成。研究表明，应用^{133}Xe放射探针获得的牙髓血供情况可有效区分活髓牙和死髓牙。但放射性材料存在一定的危险性，且价格昂贵，应用于人类需要经过严格的审查。

目前，多数学者认为，检测牙髓状态最有效的实验室方法是通过测量光在牙髓中通过血液或被血液反射的量来获得。

（三）光体积描记仪

这项技术的原理是一固定波长的光穿过牙齿时，可被牙髓血细胞选择性吸收，呈现不同的波长。尽管这个方法目前少见报道，多数学者认为这一技术原理是激光多普勒流、双波长分光光度仪和脉冲血氧测量仪应用的基础，都是利用一固定波长的光检查牙髓的血流。

（四）激光多普勒测量仪

激光多普勒测量仪多用于评价视网膜，肠系膜，肾皮质和皮肤等组织的微循环状

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

况。最近有学者将这一技术用于动物和人的牙齿，它的原理是利用移动的红细胞散射氦/氖（632.8nm）光柱。新一代的激光多普勒测量仪依被测组织对光的吸收性能不同，波长设在600~700nm之间。根据多普勒定律，光柱频繁移动，穿过被测组织的光被光电检测器接收，产生的信号与红细胞的流动（细胞数×平均流速）成比例。由此，可测量牙髓血流，并以一种给定的标准计算百分率。该技术客观、无损害、准确，能容易检测出牙髓的活力状态，对其他感觉实验无反应的外伤年轻恒牙尤其适用，是一项极具发展前景的牙髓活力检测技术。

（五）脉冲血氧仪

脉冲血氧仪用于检查牙髓血管的完整性。改良的光导纤维探头和双波长光的应用可计算有氧血和无氧血的波长的吸收比，得到血液的含氧百分率。因此，它可用于评价牙髓的活力状况和牙髓的病理过程。

（六）双波长分光光度仪

Millikan等学者倡导和发展了用分光光度仪进行血氧定量的技术。他们应用双波长光源（波长760μm和850μm）测定牙髓血供的氧饱和度，因可测到牙髓血的氧饱和度和体积，初步的实验是有希望的。因此该仪器可用于确定牙髓坏死和诊断牙髓的炎症状况。由于该仪器的无损害性，客观性，体积小和便于携带，有希望成为临床牙髓活力检查仪。

第四节 X线检查

X线检查是牙髓病学的基本检查方法之一，在牙髓病和根尖周病诊断和治疗的各阶段均具有十分重要的意义，它可提供一般检查方法无法提供的信息。

一、作用

X线检查在牙髓病学中的应用主要有以下几个方面：

1. 确定牙根和根管的数目、形态、方向和弯曲情况；
2. 有助于发现牙体、牙髓、牙周和根尖周组织的异常改变；
3. 估计和测量根管工作长度；
4. 了解既往治疗情况；
5. 评价牙髓治疗的质量；
6. 用牙胶尖示踪拍X线片可协助确定病源牙。

二、拍摄要求

拍摄X线片时首先要求被投照牙应位于胶片中心，以使影像失真降到最小程度。其二，在X线片上，根尖外周应至少有3mm的骨组织，避免因漏诊造成的治疗不当。最后，X线片影像应尽量地与患牙的实际解剖学形态一致，拉长或缩短等失真的影响均会导致错误的诊断和治疗。如果需要跟踪观察病变或评价治疗质量，可使用咬殆垫和胶片固定器以便前后对比。

三、常规X线片的局限性

尽管X线检查是协助诊断和治疗牙髓病和根尖周病基本的、必需的手段之一，但常规X线片也存在一定的局限性。

1. X线片所显示的是三维物体的二维图像，因此，不可避地可造成误诊；
2. X线片不能显示某些牙髓病和根尖周病的病理变化；
3. 医生的投照技术和阅片能力均可影响X线片诊断结果；
4. X线对人体有辐射。

四、新一代数字式口内摄影系统

自1895年伦琴发现X射线以来，X线摄影技术一直在牙髓病学中起重要作用。随着半导体技术的迅速发展，以计算机辅助的摄影技术已应用于医学各个领域，“数字式口内摄影”这一新名词也应运而生。数字式口内成像系统可分为直接式和间接式两种，目前临床上使用的以前者多见。直接式数字化摄影系统（direct digital radiography systems，DDRS）是20世纪80年代发展起来的计算机辅助的无需胶片的X线摄影系统。主要优点包括能即时成像；投照X线量小（较普通X线摄影低50%～80%）；可存档；摄影无需暗室处理；可对图像实时进行各种技术处理从而提高可视性等。

目前市场上常用的DDRS有两类

（一）RVG（radio visio graphy）系统

RVG是以CCD（charge coupled device）为基础的传感器系统。其成像原理是利用稀土屏（rare earth sereen）作为闪烁器，将X线转化为可见光，然后用光导纤维直接与CCD耦合，产生信号并送至处理器，计算机将其数字化并贮存。RVG系统最突出的特点是①即时成像形式，显像只需0.2～5.0s；②所需辐射量约为常规X线片剂量的50%；③传感器体积小（19mm×28mm×11mm），放入患者口内，易定位且无明显不适感。

（二）Digora系统

Digora是利用光激发磷成像感光板的摄影系统。其成像原理是当可重复使用的成像感光板（imaging plate，IP）被X线曝光后，X线能量作为潜影被储存在IP表面，IP插入扫描仪后，扫描仪内的激光落在IP表面，对IP进行预读，以测定曝光量；然后进入实读程序，读出的X线信息转换成电信号；再由A/D转换器换成数字信号，并储存于电脑中，数字图像则显示于电脑屏幕上。与RVG比较，Digora的突出特点为①结构简单，易于操作和保养；②由于Digora具有预读程序，因而成像时错误出现大大减少；③Digora产生的影像具有更低的噪音和更高的质量；④患者所接受的X线剂量约为常规根尖片的30%～50%；⑤成像需20s，一次只能有一个IP被扫描；⑥IP重复使用前需等40s；⑦Digora只有几种图像处理功能，对比度调节，图像增强，旋转图片，正负片转换以及图像放大等。

尽管有研究报道，DDRS影像的对比度分辨率较常规根尖片差；根尖周无病变时，常规片诊断优于RVG。但更新的研究结果表明，RVG对多根牙细小根管的显影优于常规片；当根尖周病损波及硬骨板和骨松质时，RVG图像质量明显优于常规片。而且由

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

于DDRS所具备的多项图像处理能力，可增加通过X线检查所获得的信息，因此数字式口内摄影系统在牙髓根尖周病诊断方面的应用具有广阔的前景。

第五节 牙髓病的分类和临床表现

在组织学上，牙髓病是根据有无炎症细胞以及成纤维细胞、胶原细胞、营养不良性矿化和修复性牙本质的多少与形态来分类．而临床医生只能根据症状和各种检查结果来推测患牙的牙髓状态，选择治疗方法。

一、健康牙髓

健康牙髓指有活力且未感染的牙髓。健康牙髓的诊断用于为了修复或其他非必须原因需要对未受损的牙齿进行牙髓治疗或用于冠折和露髓后的损伤初期。温度刺激和电刺激时，牙髓出现短暂轻度或中度敏感反应，一旦刺激去除，反应即消失。X线片显示根管形态清晰，并向根尖方向逐渐变细，无牙髓钙化或根吸收现象，硬骨板完整。

二、可复性牙髓炎

可复性牙髓炎（reversible pulpitis）是指牙髓已被感染但仍有活力。属于最轻型的牙髓炎，组织病理学上表现为牙髓充血。此型牙髓炎无自发痛，只是在受到外界冷热酸甜等刺激时，牙髓产生迅速、尖锐、短暂的疼痛，刺激去除后疼痛感觉很快消失。去除刺激因子，经过适当的保存活髓治疗后炎症可以恢复。如果刺激持续存在，则炎症继续发展，可转变为不可复性牙髓炎。但是许多情况下临床症状或诊断与牙髓的组织病理状态无关。因此为避免因诊断错误而选择不适当的治疗方法，临床上须定期检查患牙的牙髓活力。

三、不可复性牙髓炎

不可复性牙髓炎（irreversible pulpitis）是一类病变较为严重的牙髓炎症，可表现为急性、亚急性或慢性的，其炎症病变可能波及全部牙髓或部分牙髓，甚至在炎症中心部位已发生不同程度的坏死。临床上很难区别这些炎症变化的范围和性质，这类牙髓炎症自然发展的最终结局均为全部牙髓坏死，不可能恢复正常，其临床治疗方法也没有本质区别，只能选择摘除病变牙髓的治疗方法。

有些学者将不可复性牙髓炎分为二类，一是有症状不可复性牙髓炎；二是无症状不可复性牙髓炎。前者多为慢性牙髓炎急性发作，后者一般为慢性牙髓炎。国内新版的牙体牙髓教科书将不可复性牙髓炎分为急性、慢性及逆行性牙髓炎三类。为了便于参照，本书仍按目前教科书上的分类进行描述。

（一）急性牙髓炎

急性牙髓炎（acute pulpitis）以龋源性多见。发病急，疼痛剧烈，其疼痛特征为：①自发性阵发性剧痛，可持续数分钟或无间歇期，炎症牙髓出现化脓时，表现为搏动性跳痛；②遇温度刺激如过冷或过热食物可诱发或加重疼痛；③夜间发作或加重性疼痛；④疼痛不能定位，患者无法指明患牙，甚至无法确定是上颌牙还是下颌牙。

临床检查时应注意邻面或根面的龋洞。未能发现龋洞时应仔细检查患侧牙有无隐裂、畸形、深牙周袋以及三叉神经痛等症状的存在。定位患牙是诊断急性牙髓炎的关键。对此类牙髓炎须首先进行应急治疗，即在局麻下开髓减压，缓解疼痛。

（二）慢性牙髓炎

慢性牙髓炎（chronic pulpitis）是临床上最常见的一型牙髓炎，多由龋病继发所致。一般不发生剧烈的自发性疼痛，可有急性牙髓炎疼痛病史。临床多表现为：①自发性钝痛；②冷热刺激可诱发疼痛；③食物嵌塞痛；④病程较长者可涉及根尖周牙周膜，呈轻微叩痛或咬合痛；⑤患者一般多可定位患牙；⑥X线片检查可能有根尖周牙周膜间隙增宽或硬骨板模糊等改变。

临床上根据髓腔是否已穿通及患牙的组织病理学特点，慢性牙髓炎又可分为慢性闭锁型牙髓炎、慢性溃疡型牙髓炎和慢性增生性牙髓炎。慢性增生性牙髓炎多发生在年轻人，由于暴露的牙髓长期受到温度或化学刺激，患牙根尖孔较大，血运丰富，牙髓抵抗力强，能促进肉芽组织增生，形成牙髓息肉。个别患者的牙髓呈显著增生，可充满龋洞达咬合面，此型须与牙龈息肉或牙周膜息肉相鉴别，X线片可协助诊断。

（三）逆行性牙髓炎

逆行性牙髓炎（retrograde pulpitis）的感染来源于病变的牙周组织，是牙周病患牙的牙周组织破坏形成深牙周袋后，袋内的细菌及其代谢产物通过侧、副根管或根尖孔逆行进入牙髓引起的牙髓炎症。近牙颈部和根分叉部侧支根管引起的牙髓炎多为局限性牙髓炎，仅在相应部位的牙髓发生坏死和钙化变性等。通过根尖孔引起的牙髓炎对牙髓血运影响最大，临床上可表现为急性牙髓炎的症状。

临床检查：①不能发现龋坏或其他明显的牙体硬组织病损，但多有牙周损害；②早期患牙敏感度增加，冷热刺激可诱发短暂阵发性疼痛，此后逐渐加剧，疼痛持续时间延长或不间断；③叩诊不适或疼痛；④温度和电活力测验多敏感，但对多根牙牙冠的不同部位进行测验，反应不一，可表现为激发痛，迟钝或无反应，这是因为同一牙不同根髓的病理状态不同所致；⑤X线片检查可发现牙周组织损害影像。

四、牙髓坏死

牙髓坏死（pulp necrosis）为牙髓无活力，常由各型牙髓炎发展而来，也可因外伤、正畸用力过度所致。坏死的牙髓组织有利于细菌的定植，因此，比健康牙髓更易被感染。患牙临床表现为：①色暗，有龋洞存在或有充填史、外伤史或正畸治疗史；②多数患者有牙痛史；③冷热刺激无反应，电牙髓测验无反应；④X线片显示根尖周影像无明显异常。牙髓坏死依病损涉及范围不同，可分为部分或全部牙髓坏死，并以此选择治疗方法。牙根发育完全的牙齿均应采取根管治疗。对牙根发育不完全或根尖孔未闭合的患牙，牙髓部分坏死的诊断对治疗方法的选择有重要意义，即可选择部分牙髓切断术或根尖诱导成形术。

第六节　牙髓诊断程序和治疗计划

通过病史收集和临床检查所得到的信息，临床医生一般可对牙髓做出诊断和治疗计

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

划，具体程序见表7-1。

表7-1　牙髓诊断程序

症状/试验/支持信息	死髓牙	活髓牙	
		不可逆性感染	可逆性感染
牙髓试验	阴性	阳性	阳性
关键因素			
露髓		+	−
叩痛		+	−
相关因素			
剧痛		+	−
自发痛		+	−
既往疼痛史		+	−
冷缓解热刺激痛		+	−
与治疗计划相关的因素			
年龄/牙周病/既往牙髓损害		不肯定的（复杂的治疗计划）	不肯定的（简单的治疗计划）

一、关键因素

（一）牙髓活力状态

根据病人的症状和尽可能多的诊断性试验一般可准确确定牙髓是坏死还是有活力。对死髓牙如果希望长期保存患牙则无疑应该选择根管治疗。如果牙髓有活力，区分牙髓炎症是可复的而行保守治疗，还是不可复的行牙髓摘除术是临床牙髓诊断中的重点和难点，此时应综合临床症状，病史（主观的）和临床检查来判断。

（二）牙髓暴露情况

备洞时发现龋洞已露髓则可以肯定牙髓炎是不可复性的。

（三）叩痛

活髓牙根尖周炎，临床叩诊疼痛，多表明牙髓炎症不可复性，牙髓可能部分坏死或化脓。

二、相关因素

主诉剧痛，自发痛，既往疼痛史，或牵涉痛都提示不可逆性牙髓炎。

其他相关因素如年龄，牙周状况和既往牙髓状况也必须要考虑，但是意义较小。

三、治疗计划

由于临床症状与牙髓组织病理学之间缺乏相关性，各项诊断性和实验性检查也存在一定的不确定性，临床误诊是难免的。基于这个事实，这里所指的治疗计划的重点在于是选择牙髓摘除术还是保存活髓的治疗。

例如，如果患牙是牙弓中唯一需要治疗的牙，长期保存只需要简单的银汞或树脂充填，可尝试保守治疗，即使一些相关因素提示其有严重的炎症。而对于相同症状的计划

作为桥基牙的患牙，保守治疗失败后很难进行牙髓治疗的应立即行牙髓摘除术。

第七节　根尖周病的分类和临床表现

根尖周病是指发生于牙根尖的牙骨质、根尖周围牙周膜和牙槽骨等尖周组织的疾病，多为牙髓源性，即主要是由于牙髓病变致使牙髓组织大部分或全部坏死后，根管内的毒性物质通过根尖孔作用于根尖周围组织引起局部组织发生炎症。同时，由于牙髓与根尖周组织可通过根分歧和侧、副根管交通，根管内的感染物质可通这些途径引起根侧方炎症。同样，由于牙髓、根尖周围组织与牙周组织间存在交通，患牙周病的牙齿，牙槽骨吸收，牙周袋形成，袋中的细菌可经暴露其中的侧支根管或副根管开口进入牙髓，再继而引起根尖周炎症。当牙周袋深达根尖时，细菌可直接达根尖周组织或经根尖血管和淋巴管进入根管，甚至累及邻牙。根尖周病按病变性质分为急性根尖周炎和慢性根尖周炎。

一、急性根尖周炎

急性根尖周炎（acute periapical periodontitis）是指发生在根尖周围牙周膜的局限性疼痛性炎症，组织学表现为根尖区牙周膜血管扩张充血，浆液渗出，组织水肿，这一时期病理学上称为急性浆液性根尖周炎，其临床过程往往很短，如机体抵抗力较强，炎症渗出得到了引流，则转化为慢性根尖周炎，反之，若机体抵抗力弱，局部引流不畅，则很快有大量中性粒细胞浸润，发展为急性化脓性根尖周炎。脓液可累及在牙周，骨膜，粘膜下和（或）皮肤下，急性化脓性根尖周炎也可以是慢性根尖周炎的急性发作，又称为“phoenix 脓肿”

急性根尖周炎症临床主要表现为①咬合痛；②患牙发木，浮出感；③患者能指明患牙；④叩痛（+）～（+++）；⑤扪诊痛；⑥患牙可疑或Ⅰ度松动。X 线片没有或有很小的改变。慢性根尖周炎急性发作病例的 X 线片显示根尖部不同程度的透影区。

二、慢性根尖周炎

慢性根尖周炎（chronic periapical periodontitis）是指根管内由于长期有感染及病源刺激物存在，使根尖周围组织呈现慢性炎症反应，表现为炎性肉芽组织形成和牙槽骨破坏。通常继发于急性根尖周炎，各种原因所致的牙髓坏死或牙髓治疗失败可引起慢性根尖周炎。组织学上将慢性尖周炎分为根尖周肉芽肿，慢性根尖周脓肿、根尖周囊肿和根尖周致密性骨炎。

慢性根尖周脓肿的根尖部脓液可逐渐穿通牙槽骨，骨膜和粘膜，形成内衬上皮细胞的窦管，此型情况又叫作有窦型根尖周炎。由于此型慢性尖周炎可从窦管口排出脓液，不易转化为急性炎症。而无窦型慢性尖周脓肿则较易转化为急性。

慢性根尖周炎临床上一般没有或仅有轻微的自觉症状，部分患牙有咀嚼不适，也有主诉牙龈反复起脓疱，询问病史多有疼痛史或牙髓治疗史。X 线片显示不同程度的根尖区骨质变化影像。不同类型的慢性根尖周炎的 X 线片显示各有特点：①根尖周肉芽肿是慢性尖周炎中最常见的病变类型，占 59.3%，X 线显示根尖部圆形透射影像界清，

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

范围较小，一般直径小于1cm；②慢性根尖周脓肿又称慢性牙槽脓肿，可由根尖肉芽肿发展而成，也可由急性尖周脓肿转化而来，X线片显示根尖周透射影像，界不清，形状不规则，周围骨质较疏松，有窦型慢性尖周炎从窦口插牙胶尖示踪拍X线片可判定病变牙根；③根尖囊肿是颌骨内最常见的牙源性囊肿，平均直径为1～2mm。小的根尖囊肿在X线片上很难与根尖肉芽肿区分开，大的囊肿在根尖区上显示圆形透射影，界清，并有一圈致密骨形成的阻射白线围绕；④根尖周致密性骨炎又称硬化性骨炎，根尖周骨硬化症及慢性局灶性硬化性骨髓炎，X线片显示根尖部局限性的骨质致密阻射影。

第八节　根尖周病的诊断程序和治疗计划

根尖周组织病理学的诊断步骤与牙髓诊断一样，即通过详细询问病史，尽可能多地进行诊断性试验，结合临床表现，得出可靠的诊断。以下介绍几种临床典型的根尖周病的诊断程序和治疗计划。

一、急性根尖周炎

(一) 殆创伤型急性根尖周炎

在患者主诉咬合痛，进食痛或“牙齿接触时痛”时应检查是否存在殆创伤。有近期牙科治疗史，修复体有高点或咬合不平衡的是由单纯的殆创伤所引起的急性根尖周炎。此时，温度和电诊断试验多正常，叩痛，很少有扪痛，X线片无特殊表现。临床治疗时应及时调殆避免早接触。对新修复体高点所致的急性根尖周炎，还应跟踪观察确保急性炎症消退，同时测量牙髓活力。

(二) 伴急性牙髓炎的急性根尖周炎

在牙髓诊断中已讨论过这种情况，它提示不可复性牙髓炎，需行牙髓摘除术。治疗完成1～4周后应复诊重新评价最初的诊断及确定根尖炎症消退。完成根管治疗后尽快作永久修复防止冠部微渗漏引起的慢性根尖周炎。

(三) 慢性根尖周炎的急性发作

患者主诉咬合痛，进食痛或“牙齿接触时痛”、有或无既往疼痛史或和近期修复史。温度和电牙髓测验为阴性，叩痛和（或）扪痛，大多数X线片可见根尖周肉芽肿，提示慢性根尖周炎的急性发作。

临床检查最常见到是深龋洞，盖髓物，大面积充填物，全冠或修复体，牙髓坏死或有根充物。这类急性根尖周炎需进行完善的根管治疗。同样，治疗完成1～4周后应复诊重新评价最初的诊断及确定根尖炎症消退，并尽快做永久修复防止冠部微渗漏和持续的慢性根尖周炎。

二、慢性根尖周炎

慢性根尖周炎一般没有明显的疼痛症状，可根据X线片或牙髓活力测试为死髓来诊断。部分患牙有根管治疗史，复诊时无症状但是X线片显示根尖周炎症持续或扩大，可诊断为慢性根尖周炎。

温度和电牙髓测试无反应，叩诊和（或）扪诊在正常范围或只有轻微不适。根管

治疗是慢性根尖周炎首选的治疗方法。

三、急、慢性根尖周脓肿

根尖周脓肿是在根尖周炎的急性阶段（包括急性根尖周炎和慢性根尖周炎的急性发作），根尖部脓液累积和脓肿形成，多发展为慢性炎症。但在一些病例则继续形成脓肿。这时组织压力增加，炎症因子使骨吸收，炎症分泌物穿通骨、骨膜下、骨膜后进入组织间隙。

脓腔的具体位置由根尖相对于面肌的解剖位置决定。最常见的引流途径是由（唇）颊穿出，在口腔前庭形成骨膜下脓肿或粘膜下脓肿。很少见的并发症是脓液从上下颌第三磨牙经翼丛引起海绵窦血栓性静脉炎和大脑血管回流的损害。在下颌牙，后果最严重的排脓途径是前磨牙或磨牙的根尖部脓液扩散至下颌舌骨肌下，进入咽后间隙。路德维希（Ludivig）咽峡炎是下颌磨牙根尖周脓肿扩散到双侧的咽后间隙所致，严重时可能引起窒息。最常见的病例是脓液突破口内粘膜到达根尖区粘膜表面，偶见脓液排至颏下或颌下区。

炎症发展的不同阶段症状不同，开始有轻微的咬合痛、进食痛或咬合接触时痛。随着骨膜下脓液增多疼痛加剧，当脓液穿破骨膜时可形成弥漫性根尖区肿胀，同时因压力减小疼痛减轻。

病史和临床检查与慢性根尖周炎相同。温度和电牙髓测验为阴性，不同程度的叩痛和（或）扪痛。

慢性根尖周脓肿不同阶段的 X 线片影像不同。脓肿形成的早期 X 线片所见的变化很小，随着脓肿扩散及更多骨质遭破坏，X 线片可见明显的变化。慢性根尖周炎的急性发作全程可见 X 片改变。

根管治疗是根尖周脓肿首选的治疗方案。此外，还应遵循以下的治疗原则：

1. 去除刺激　不清理根管中感染物就不能彻底减轻症状和完全控制感染的扩散。初诊时尽量在局部麻醉下行根管清理和消毒。

2. 引流　急性根尖周脓肿的疼痛是由于炎症分泌物致根尖周压力升高产生的，减轻压力可暂时减轻疼痛。最好的引流方法是在局麻下，开通髓腔引流通道，穿通根尖孔，使根尖区渗出物和脓液从根管得到引流。如果从根管引流不成功间隙肿胀仍存在，或急性根尖周脓肿至骨膜下或粘膜下时则应在局麻下切开排脓，减小压力。

3. 调𬌗　牙周膜炎症使牙齿轻微浮出牙槽窝，急性炎症时𬌗接触引起不适同时延长炎症反应，因此要调𬌗减轻𬌗创伤。但要注意𬌗创伤通常是炎症的加重因素而不是病因。调𬌗是暂时的治疗手段，根尖周炎症须进行必要的修复。

4. 消炎　为配合根管治疗，当病人有全身症状如发热、不适、间隙感染或进行性扩散或感染可能危及病人生命时应配合使用抗生素或止痛药物。对于缺乏感染抵抗力的病人，如安装有人工瓣膜，或患有细菌性心内膜炎，先天性心功能不全，风湿或其他的瓣膜功能不全，肥厚性心脏病和有血管倒流的二尖瓣脱垂等的要预防性使用抗菌药物。对健康病人，根管治疗前无需预防性使用抗菌药。最近的几个研究结果也表明，预防性使用抗菌药物对减轻诊治间疼痛无效。

5. 止痛　对于大多数治疗后仍疼痛的病例用非甾体类抗炎药（NSAIDs）如布洛芬

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（每6小时400～600mg）足以控制疼痛。治疗后48小时内通常有疼痛和肿胀，临床医生应该告诉病人若出现并发症随时和医生联系，并建议患者1～2日后复诊证实疼痛和肿胀是否减轻。

四、有窦型根尖周炎

根尖周炎性分泌物经牙槽骨、骨膜和粘膜引流至粘膜或皮肤表面就形成窦道，但是形成的原因还不完全清楚，可能是机体抵抗炎症的一种机制，或提示一些未知大小、数量和毒力细菌的特殊感染。窦道可引起前面所述的根尖周脓肿或没有进一步的症状，甚至病人不知道有窦道也可以诊断。窦道长期存在时可上皮化。一般而言，根管经彻底清理，消毒和充填后，窦道可逐渐愈合无需进一步治疗，若窦道已上皮化，则需要破坏上皮。窦道的开口通常在患牙附近，也有距患牙较远或通过牙周韧带引流至龈沟与牙周袋类似者。因此，诊断不能单纯依靠窦道的开口位置。

除非根尖周炎急性发作，有窦型根尖周炎通常没有疼痛或仅有轻微疼痛。但追问病史多有牙髓病史，反复肿痛史或牙髓治疗史。温度和电活力试验为阴性，无或只有轻微叩痛和（或）扪痛。X线片征象同慢性根尖周炎的改变。

五、有窦型根尖周炎和牙周病的鉴别诊断

牙髓来源的窦道可能被误诊为牙周袋，特别是从龈沟区引流的窦道。二者的主要区别见表7-2。若窦道/牙周袋同时存在，应推迟牙周刮治避免伤害可能仍然完整的牙骨质，因为如果牙骨质未受损害，牙髓来源的窦道可完全愈合。即先进行完善的根管治疗，判断牙髓病愈后才进行牙周病治疗。

表7-2 牙髓来源瘘道和牙周袋的鉴别诊断

检 查	牙 周 袋	牙髓来源瘘道
活力试验	正常范围	无反应
牙周袋探诊	宽牙周袋	窄瘘道
临床检查	无龋/修复体	明显的龋坏/修复体
牙周状况	差	正常范围
暗视野螺旋体记数	>30%	>10%

（高 燕）

第八章
根尖周病的流行病学

第一节　流行病学概要

流行病学是一门古老而重要的学科，它曾经并且将继续为人类的健康做出重大贡献。19 世纪 50 年代发生于英国伦敦的霍乱大暴发就是 John Snow 医生通过流行病学研究方法推断出其病源来自一个水泵才使疾病得到控制。近 30 年来，龋病在工业化国家得到有效的控制，龋齿患病大幅度降低，其中一个最主要的原因就是氟在龋病预防中的应用。而氟与龋病关系的发现正是口腔流行病学研究结果的贡献。流行病学研究的不是流行病本身，而是疾病的流行。流行病学正被包括口腔医学在内的多门学科广泛应用。流行病学在口腔医学方面除被应用于龋病、牙周病外，正逐渐被广泛应用于其他口腔疾病的研究。

一、流行病学的定义和作用

目前国际上较通用的流行病学定义为："研究特定人群中与健康有关的状态或事件的分布及决定事件分布的因素，并应用于解决健康问题的一门科学"。我国学者提出的流行病学定义为："研究疾病和健康状态在人群中的分布及其影响因素，以及制订和评价预防、控制和消灭疾病及促进健康的策略与措施的科学"。

流行病学与临床工作的基本差别是：临床工作面对的是每一位病人以及他们的健康问题，而流行病学针对的是疾病在人群中的分布情况及影响因素，包括疾病病因和预防措施的研究。

流行病学的主要作用包括：①描述疾病或健康状态在人群中的分布；②探讨疾病的病因和相关因素；③预防或减少疾病的发生；④预测疾病的发生。

二、流行病学的研究方法

流行病学的研究方法包括调查和实验性研究。调查（survey）是系统地收集与健康和疾病有关的信息，研究者在调查时没有采用干预性手段，为了强调这一点，有时使用观察性研究（observational Study）这一表述。调查可以是描

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

述性的，也可以是分析性的。然而，这两种类型调查的区别并非总是那么清晰，一个调查里面可以同时包含描述和分析两个目的。

（一）描述性研究

描述性研究（descriptive study）又称描述性流行病学（descriptive epidemiology）。它是根据日常记录资料、调查得到资料以及实验室检查结果，按不同地区、不同时间及不同人群特征，将人群中疾病或健康状况的分布情况进行描述。描述性流行病学并不能揭示疾病的病因，但它可以对疾病的病因提出假设，这些假设通过分析性流行病学、实验性流行病学或者临床研究进行检验。它常常是流行病学调查的第一步，也是分析流行病学的基础。

描述性研究的资料来源可以从已有的记录资料或疾病监测记录作分析或总结（称常规资料分析或历史资料分析），也可以通过抽样调查或普查来收集资料。描述性流行病学既可以是横断面研究（cross-sectional study），也可以是纵向研究（longitudinal study），这取决于观察的时间。横断面研究反映某一特定时间的某一状况的信息，而纵向研究反映在一段时间内人群中某些疾病或状况的发生和变化。我国第二次全国口腔健康流行病学抽样调查就属于横断面研究。栾文民等在北京古城村对该村成年人口腔疾病的发生和转归的多年跟踪观察，就属于纵向研究。

（二）分析性研究

分析性研究（analytic study）又称分析性流行病学（analytic epidemiology），是对所假设的病因或流行因素进一步在选择的人群中探索疾病发生的条件和规律，以确定疾病的发生是否与暴露于某因子有关，验证病因假设。它主要包括病例对照研究和队列研究。

1. 病例对照研究　病例对照研究（case-control study）是选择一组现在患有某种疾病的病人为病例，另一组不患此病但具有可比性的个体为对照，测量并比较他们曾经暴露于某个或某些可能危险因素的程度，分析暴露是否与疾病有关。经统计学检验，假如两组差别有意义，则可认为这种暴露与疾病之间存在联系，通常这是一种果及因的回顾性研究。

在应用病例对照研究时，首先要在广泛复习文献和以前研究成果的基础上提出病因假设，然后确定病例对照研究的类型，包括病例对照不匹配型、成组匹配型和按个体匹配。再进一步确定样本含量，设计调查表，收集资料，进行统计分析。

病例对照研究的特点是适合研究一些病程较长的慢性病和一些比较少见的疾病，相对而言省力、省钱、省时间，并较易组织实施。但是病例对照研究是回顾性研究，容易产生偏倚和导致错误的推论，因此应严格设计，加强质量控制。

2. 队列研究　队列研究（corhort study）又称群组研究、前瞻性研究（prospective study），是通过测量和比较一组或多组不同暴露水平观察对象（研究队列）的疾病的发病率，确定暴露因素与疾病的关系，从而达到检验病因假设的目的。队列研究开始时研究对象处于未患（某种）病的状态，经过一段时间的随访观察，比较暴露和未暴露于某因素的人群中某种疾病的发病率，从而判断该因素与疾病发生有无关联及关联的大小，它是一种由因到果的研究。

进行队列研究时，也是先提出病因假设，然后选择暴露于危险因素的人群和对照组

人群，要注意对照人群与暴露人群间应有可比性，即对照人群除未暴露于所研究因素外，其他各种因素或人群特征应尽可能地与暴露人群一致。在确定样本含量时，应注意对照组的样本量一般不少于暴露组的样本量，通常采用两组相等方法。估计样本量时要考虑失访率，通常按10%估计。一般来说，疾病发病率越高，暴露组与对照组发病率的差别越大，则所需的样本量越少。通常用发病率、相对危险度等来描述和分析队列研究的结果。

与病例对照研究相比，队列研究收集的资料可靠性高，检验病因假设的能力较强，可以直接估计相对危险度，而且有助于了解疾病的自然史。但是，队列研究费时、费力、花费高，设计要求高，实施难度大。由于需要大的样本量，不适于发病率很低的疾病病因研究。

流行病学研究中的队列研究与临床研究很近似，它处于流行病学研究与临床研究的分界线。临床研究通常是在数组高度选择的个体（门诊病人、学生等）中进行的，而其治疗也是选择在理想的条件下（时间充分、免费等）由高技术水平的医务人员进行的。它代表可以达到的最高水平，而流行病学研究提供的是一般条件下出现的结果，这两个结果是存在差别的。譬如在根尖周病的治疗结果方面，临床研究的结果不能简单地理解为人群中的一般治疗结果。

（三）流行病学实验

描述性和分析性流行病学是观察疾病的自然分布和发展规律，提出病因的假设并进行验证，研究的结果可能会提出疾病的预防或治疗方法，而这些方法是否有效需要进行认真的检验，这就是流行病学实验的任务。

流行病学实验（epidemiological experiment）又称实验流行病学（experimental epidemiology）或干预实验（intervention study/trial），是以人类（病人或正常人）为研究对象，在研究者的控制下采取某种干预措施或消除某种因素，以观察其对疾病发生或健康状态的影响。它是一种前瞻性研究，需要有平行的实验组和对照组进行严格对照观察。根据不同研究目的和研究对象等特点，流行病学实验可分为临床试验（clinical trial）、现场试验（field trial）和社区试验（community trial）。

流行病学实验以人作为对象进行研究工作，因此在实验中必须遵循伦理道德，以不损害受试者的身心健康为前提。研究对象应进行随机抽样和随机化分组，设立有可比性的对照组；要有适当的样本量；采用盲法，它是实验设计科学性的重要标志之一。

三、流行病学研究应考虑的基本要素

（一）研究目的

决定了研究什么，明白为什么去做一项研究之后，研究者应写出他的研究目的。明确研究目的是一项研究计划的基本步骤，没有明确的研究目的，研究计划很难取得成功。如果没有弄清楚目的是什么，也就很难采取适当的方法去达到这些目的。听起来这个道理似乎很简单，但是从已有的流行病学研究报告中可以看出，一些研究者对自己的研究目的并非很清楚，或者对形成清楚的研究目的不是很重视。

研究目的应该清楚地写出来，而不应仅仅模糊地存在于脑中。应该检查写出来的研究目的是否与目标相一致，是否很清楚，这些目的是否可以衡量，也就是是否具有可操作性。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（二）研究人群

研究人群是指所要研究的总体。在流行病学研究中，确定研究人群（study population）是一个重要的步骤。如果研究对象是采用抽样方法获得，那么研究人群就是这个样本的母体，研究获得的结果仅对这个研究人群有效，或者说仅能代表这个人群的情况。例如，研究广东省35～44岁年龄组根尖周炎的患病率，经过随机抽样获得一个有代表性的样本，那么患病率为：

根尖周炎的患病率 = 患有根尖周炎人数/样本总人数×100%

这个患病率代表了广东省35～44岁年龄组情况。同时，也可以作为与广东省地理和经济条件类似的地区中年人根尖周炎的患病率水平的参考值，这个扩大了的人群称为参照人群（reference population）。

（三）抽样

抽样是指按一定的方法在研究人群中抽取部分个体的方法。由于受到资源的限制或避免资源的浪费，流行病学研究经常采用抽样的方法。抽样必须遵循以下两个基本原则：①样本必须有很好的代表性，遵循随机化原则；②样本必须足够大，以减少抽样误差，增强说服力。

抽样的方法有单纯随机抽样、系统抽样、整群抽样、分层抽样、多阶段抽样等。在一个研究中有时采用两种或两种以上的抽样方法相结合。国内报告的口腔流行病学研究样本量通常都足够大，但许多研究在抽样方法方面存在缺陷，有些文章甚至没有提及抽样的方法，值得引起重视。

（四）变量及其测量

变量是指被测量的特征。变量可以是计量资料（如年龄、身高），也可以是计数资料（如性别、是否患某种病），或者是介于上述两者之间的等级资料（如疗效的优、良、中、差）。

当两个变量互相之间有因果关系时，可分别称之为自变量（independent variable）和因变量（dependent variable）。例如在检验不同根管封闭剂治疗效果的临床试验中，不同的根管封闭剂是自变量，而治疗效果是因变量。

在流行病学研究中，常采用指数来衡量疾病或其他状况，例如口腔流行病学调查中的DMFT、CPI、牙科知识指数等。指数是一组逐渐变化的数值，有上限和下限，不同的数值代表一个特定意思或标准。每个个体可以有一个指数数值，每个群体可以用指数的平均值或分布来表示。一个理想的指数要求具备以下条件：①可测量；②互相排除，能清楚、客观、准确地记录；③效度（validity）和信度（reliability/reproducibility）好；④敏感，能区分细小变化；⑤被较多人接受和采用，便于数据的互相比较和交流。

诊断根尖周病的PAI指数是较符合以上标准的一个指数。该指数采用X射线和组织学特征相结合的诊断方法。PAI指数分为5级：

1级：根周膜间隙均匀无增宽，或牙周膜从根尖向侧方呈逐渐变细的锥形，骨质结构正常，骨髓板边界光滑均匀或呈锯齿状。

2级：根尖孔外的根周膜不规则增宽，其上方骨质结构轻度紊乱，部分骨小梁粗细不均，骨髓腔变大，根面可以有吸收。

3 级：根尖孔处或超充物周围的 X 线透射区中度增宽，骨质结构更紊乱，骨小梁有环绕透射区，呈围墙形或贝壳形的趋势，根面可以有吸收。

4 级：根尖上方的 X 线透射区宽度明显增加，骨小梁变细，骨髓腔变大，部分骨小梁可为弓形、放射状或网状环绕透射区排列，根面可有吸收。

5 级：根尖周 X 线透射区大且不规则，边界不清，骨质结构紊乱，骨小梁变细，骨髓腔变大，根尖孔处的根面常有吸收。

根管治疗效果的评价标准一直存在着争论，包括究竟采用具体的评价标准较好还是简单地分为治疗成功或失败也存在不同的看法。不过，如果有一套指数系统，在对不同的研究结果进行比较时较具可比性。因此，进行根尖周病的流行病学研究时可考虑采用指数系统。

（五）信度和效度

信度又称可靠性（reliability/reproducibility），是指信息的稳定性和一致性，当多次对同一信息进行测量时能否得到相同或近似的结果。这在射击时就是射手多次击中同一点的能力，而不管这一点是否靠近靶心（事物的真相）。信度高的资料不一定是好的资料，因为它可能远离靶心。但是，信度低的资料肯定不是好的资料。

进行流行病学调查和临床试验时，临床检查的信度包括检查者自身的信度和检查者之间的信度。信度的检测可包括百分符合率、卡方检验、t 检验、相关分析、Kappa 值等统计方法。其中，Kappa 值是较可靠和目前使用得较多的检测方法。检查者自身的信度就是同一检查者在相隔一定时间对相同病人进行检查，依据结果计算其信度；检查者之间的信度是不同的检查者对相同病人进行交叉检查，依据结果计算其信度。Kappa 值可从任何负值至 1。Kappa 值为 0 时表明所得结果是随机的，没有任何一致性和可重复性；0.4 以下均为不及格；0.41 ~0.60 为中等；0.61 ~0.80 为优；0.81 以上为完全可靠。

效度也称为真实性（validity），也就是测量的结果能否反映事物的真实情况，测量的结果越接近事物的真实情况，则效度越高。这在射击时就是射手击中靶心的能力。

在流行病学研究中，无论采用哪种研究方法，都必须考虑能否得到正确的结果和结论，在研究中应尽量保证研究结果与客观事实的一致性。但是由于各种因素的影响，对事物某一特征的测量值往往会偏离其真实值，这就是误差（error）。误差包括随机误差和系统误差。随机误差又称抽样误差，它总会存在，但可以通过合理的设计、正确的抽样等使之减少。系统误差又称偏倚（bias），是在流行病学研究中样本人群所测得的某变量值系统地偏离了研究人群中该变量的真实值。偏倚包括选择偏倚（selection bias）、信息偏倚（information bias）和混杂偏倚（confounding bias）。偏倚的控制包括样本（研究对象）的随机化抽样，设立对照组并有良好匹配，提高应答率和减少失访，采用客观统一的调查标准，采用盲法收集资料，应用分层和多因素分析方法分析所得结果等。

（六）资料的处理和分析

资料收集时，首先要进行现场核对，对于遗漏的地方进行及时补充。然后，将收集到的资料输入到电脑，可用 Excel、Access 等软件输入。资料输入时可能会有错误，样本量大的资料应进行逻辑检查，找出错误并进行核对修正，而样本量较小的资料应进行全面核对，最终将输入错误减到尽可能小的程度。

统计分析可采用 SPSS、SAS 等统计软件。对资料的描述按研究对象的各种特征如

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

年龄、性别、居住地、受教育程度、经济状况等进行分类统计；分析性研究则在以上统计的基础上进行分层分析和多因素分析；病例对照研究应检验试验组与对照组的均衡性。计量资料采用参数统计方法，计数资料采用非参数统计方法，由于电脑的广泛应用使多因素分析变得越来越普遍。总之，根据所收集资料的质量情况和研究目的选择各种合适的统计分析方法。这样，使所收集的资料能得到充分和合理的分析和使用，从而得出具有说服力结果。

第二节　根尖周病的流行病学研究

迄今为止，牙髓和根尖周病的流行病学资料非常少见，在国内尤其如此。龋病、牙周病的教科书有许多流行病学的描述，但在牙髓病学的教科书或专著中这种描述却很少。口腔病理学、口腔放射学、口腔诊断学的书籍上也很少有牙髓、根尖周病的流行病学资料。一般来说，牙髓病学的研究文献主要涉及牙髓、根尖周病的症状、治疗方法、治疗技术，而有关流行病学方面的研究报告极少，许多大型的流行病学调查也没有把牙髓、根尖周病作为研究的病种。WHO 口腔健康调查基本方法包括许多病种，如龋病、牙周健康状况、口腔粘膜病、牙列修复情况、牙体非龋性病、牙科美容指数等，但没有包括根尖周病的内容。

一、根尖周炎的患病情况

有关根尖周炎的流行病学资料较早来自北欧一些国家（如瑞典，挪威）的调查（表 8-1、8-2）。

表 8-1　北欧不同年龄人群根尖周炎的患病率（%）

报告者	年龄（岁）				
	20～29	30～39	40～49	50～59	60＋
Laystedt（1978）	42	48	46	55	69
Laurell et al（1983）	12	39	51	56	68
Odesjö，et al（1990）	22	42	46	61	48
Eriksen & Bjertness（1990）	－	30	49	－	－
平均	33	40	48	57	62

表 8-2　北欧不同年龄人群口腔内存留牙齿患根尖周炎的比例（%）

报告者	年龄（岁）				
	20～29	30～39	40～49	50～59	60＋
Bergenholtz，et al（1973）	2.9	5.2	7.3	8.4	7.7
Axelsson，et al（1977）	2.0	4.1	5.5	6.5	8.7
Hugoson，et al（1986）	1.2	3.6	5.5	8.0	9.0
Odesjö，et al（1990）	1.0	2.4	3.0	4.3	7.6
Eriksen & Bjertness（1991）	－	1.5	4.8	－	－
平均	1.8	3.4	5.2	6.8	8.6

从表8-1可看出，人群中大约有一半人患有根尖周炎，而且随着年龄增长，患病率逐渐升高，从20～29岁时的33%到60岁以上时的62%。口腔存留牙出现根尖周炎的比例也同样随年龄而升高（表8-2）。平均每个成年人大约有一个牙齿患有根尖周炎。如果与严重牙周炎（牙周袋≥6mm）的患病率比较，根尖周炎的患病率高很多，但是严重牙周炎在人群中的患病情况有广泛而大量的调查报告，而根尖周炎的流行病学资料却很少。

国内有关根尖周炎在人群中的患病情况罕见报告。广东省口腔健康调查（1997）报告广东省5～6岁儿童、35～44岁成年人和65～74岁老年人需要牙髓治疗的比例分别为33%，17%和33%（林焕彩等，1998）。牙髓疾病在我国人群中很普遍。然而，我国人群根尖周炎患病情况的相关资料还有待收集。

流行病学和临床调查的结果均表明上颌侧切牙、上颌第一磨牙和下颌第一磨牙是根尖周炎最好发的牙位。这可能与它们的解剖特点（根管末端分叉、副根管等）导致牙髓治疗较易失败有关。

乳牙牙髓感染容易经髓室底扩散至根分叉，引起该处的脓肿、窦道及牙槽骨破坏，这是乳磨牙根尖周病常见的临床现象。国内谢欣梅（1992）分析553例临床诊断为根尖周炎的下颌乳磨牙根尖片，结果发现单独出现根尖周病变而无根分叉病变者仅占1%，同时有根尖周病变和根分叉病变者占76%，仅有根分叉病变而无根尖周病变者占23%。研究者认为，目前临床上诊断为根尖周炎的乳磨牙病例，并非都是根尖病变，相当一部分病例应属于根分叉病变，或是根分叉根尖周联合病变。

在分析龋病、牙周病等疾病时使用的多因素分析方法能够分析各种因素相对的重要性，但在有关牙髓、根尖周病的研究中很少使用多因素分析的方法，然而这些资料对于临床工作者来说具有指导意义。

Eriksen和Bjertness（1991）在挪威中年人做的口腔健康流行病学调查中包含了对根尖周炎发生影响因素的多因素分析的内容。在该分析中，因变量是根尖周炎存在与否，自变量则包括社会经济因素、口腔健康行为以及临床检查口腔健康情况，结果显示有牙髓治疗史、口腔卫生差、龋齿、受教育程度低等因素与根尖周炎的存在有关（表8-3）。由于在流行病学调查中牙髓治疗的细节（如材料使用、治疗质量等）未知，故未被列入到多因素分析中。

表8-3 影响挪威成人根尖周炎患病因素（多元回归分析）

影响因素	回归系数	*P*值
有牙髓治疗史	0.22	0.04
简化口腔卫生指数	0.19	0.01
龋齿（DMS）	0.16	0.04
受教育程度	0.16	0.04

R^2 =0.27 F=7.64 P<0.001

二、慢性根尖周炎与急性根尖周炎

部分慢性根尖周炎病人在经历一段时间后会出现急性发作，这方面的研究最好是进行前瞻性纵向观察，但是迄今为止尚没有这方面的报告，这与科学研究的道德要求有部

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

分关系，不能故意放任根尖周病自然发展而不让其进行治疗。另一种研究方法是对一组慢性根尖周炎病人进行多次的横断面调查，观察这些牙齿后来的情况，这样也提供了一些慢性根尖周炎转归的信息。Petersen（1993）在瑞典和 Eriksen 等（1991）在挪威分别进行了 11 年和 15 年的观察，他们都发现大约一半的慢性根尖周炎牙齿在观察期间接受了治疗、重新治疗或拔除；慢性根尖周炎的牙齿出现急性发作的机会每年少于 5%，也就是说慢性根尖周炎的患牙需要进行急性处理治疗者每年少于 5%，但是十年内这个比例却达 50%。因此，慢性尖周炎患牙需要进行积极治疗。

三、牙髓治疗的成功率与失败原因

X 光照片常被用于判断牙髓治疗是否成功，以 X 光照片为标准的国外流行病学调查表明根管治疗的成功率多为 61% ~77%（表 8-4），而国外临床研究报告根管治疗的成功率多为 87% ~94%（表 8-5）。这两个成功率所代表的意义有所不同，前者代表一般医生所做的结果，而后者代表专科医生或在严格监控下的学生的治疗结果。

表 8-4　以 X 光照片判断的牙髓治疗成功率（流行病学调查）

报告者	年龄（岁） 平均数（范围）	成功率（%）
Begenholz, et al（1973）	45（20 ~ 70）	69
Kerekes & Bervell（1976）	33（20 ~ 60）	75
Axelsson, et al（1977）	45（20 ~ 70）	75
Laurell, et al（1983）	45（20 ~ 70）	75
Allard & Palmquist（1986）	73（65 ~ 80）	73
Hugoson, et al（1986）	50（20 ~ 80）	70
Bergström, et al（1987）	41（21 ~ 60）	71
Eckerbom, et al（1989）	45（20 ~ 60 +）	77
Odesjö, et al（1990）	45（20 ~ 80）	75
de cleen, et al（1993）	38（20 ~ 59 +）	61
Buckley & Spångberg（1995）	45	69
平均	–	74

表 8-5　以 X 光照片判断的牙髓治疗成功率（临床研究）

报告者	年龄（岁） 平均数（范围）	成功率（%）
Harty, et al（1970）	29（15 ~ 45）	90
Molven（1974）	42（15 ~ 65）	87
Kerekes & Tronstad（1979）	48（10 ~ 80）	91
Barbakow, et al（1980）	–	87
Ingle（1985）	–	94
Orstavik, et al（1987）	46（20 ~ 80）	93
平均	–	90

国内也有不少关于根管治疗和其他牙髓治疗成功率的报告，不同的研究者采用的根管治疗临床疗效评价标准常常不一样，这会影响所得到的成功率。另外，选择的病例和

观察时间不同也会影响成功率的统计。因此对不同研究得出的成功率进行比较时要多加小心。唐荣银和史俊南（1996）对262例患者共337例牙齿进行了十年观察，报告一次法和二次法根管充填术的成功率分别为96%和97%，他们按史俊南提出的牙髓治疗临床疗效评定标准来判断，该标准包括临床和X光检查，分为痊愈、进步、无变化和失败4类，其中痊愈和进步归为治疗成功。戴青等（1996）采用类似标准报告根管治疗四年成功率为82%。王秀平等（1999）采用PAI指数对慢性尖周炎疗效进行分析，规定PAI为1~3级者为有效，观察2~9年，结果中老年人根管治疗成功率为85%~91%。王效平等（1998）同样用PAI指数报告塑化治疗慢性根尖周炎10年后，成功率为82.5%。王秀平等（1999）报告慢性根尖周炎塑化治疗10年成功率在青年组为87%，老年组为63%，认为老年人塑化治疗失败率高的原因可能是其根管内继发性牙本质过多、管径缩窄所致，塑化液的渗透性降低或变性牙髓不易拔除留在根管内致塑化不全。

实验室和临床研究均表明应用现代根管治疗技术可以取得90%以上的治疗成功率。然而，现代根管治疗技术知识并没有得到充分使用。在我国这种情况尤其明显，除了一些有口腔专业的高等院校和大的口腔医院外，现代根管治疗技术在国内只得到很少的使用，在多根管牙的治疗中更是如此。干髓术在许多医院和诊所仍被广泛使用。

无论是流行病学调查还是临床研究，结果均表明根管治疗失败与根管充填的质量密切相关。根充完不完全，有无差填或超填是最重要的因素。根管充填程度与疗效关系意见并未完全一致。一般认为恰填以及超填和欠填不超过1mm者疗效较佳，差填超过2mm者疗效最差。也有人认为在根尖周有病变时超填比恰填效果更好。不同的研究方法在分析根管治疗失败时有其本身的局限性，例如在进行流行病学调查时，只能采用X光片对根管充填的质量和根尖周的情况进行评价，而根管充填治疗时的其他情况，如所使用的消毒剂、材料无法知道。所以进行治疗失败原因分析时只能局限于在调查时能够观察到的情况，一些间接影响治疗结果的因素不能得到评估。

尽管知道根尖周炎的发生与牙髓治疗的质量密切相关，但是这种质量问题究竟是因为知识的缺乏、材料使用不当、临床技术不良、经济效益考虑还是对于质量的态度问题引起还不清楚，可能不仅与一种因素有关，这方面值得进行流行病学研究，进行多因素分析。

四、根尖周炎与拔牙原因

龋病通常被认为是拔牙的第一位原因，也有学者报告牙周病是第一位原因。雷焰中等（1987）报告的上万例门诊拔牙术中，因龋病拔牙的占58%，牙周病占20%，冠周炎占10%，正畸拔牙占5%，其他占7%。田洪君等（1995）报告颌面外科门诊2万多例拔牙术原因中龋病占45%，牙周病占40%，其他原因依次为正畸拔牙、阻生牙、乳牙滞留等。

由于根尖周炎一般没有被当作拔牙的一个单独病种来分析，所以它在拔牙原因中所占的比重很难估计。有的研究将“牙髓治疗失败”、“疼痛”作为拔牙的原因来分析，但却没有提到牙髓炎或根尖周炎。Eckerbom等（1992）认为瑞典成年人中大约10%的拔牙是由根尖周炎导致的。可以看出，迄今为止，根尖周炎仍没有被看作一种独立的疾病，而是被当作为龋病的延续来看待。

（林焕彩）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第九章
牙本质牙髓复合体暴露的治疗

第一节 前 言

牙髓和牙本质密切相关。牙本质小管与牙髓相通是成牙本质细胞活动的场所，通常认为它们是一个复合体甚至是一个整体，即牙本质牙髓复合体（dentin-pulp complex）或牙髓牙本质复合体（pulpodentinal complex）。因此，所有牙本质的治疗应该是涉及牙本质和牙髓。

牙髓治疗方案的选择要根据诊断结果而定。牙髓诊断有两种：根据临床表现的临床诊断和以组织学检查为基础的组织病理诊断。当患牙的临床检查结果和组织病理学检查不同时，临床诊断通常是不准确的。1933 年人们第一次发现这一现象，随后被许多研究证实。这种不一致的原因是由于神经生理反应、龋损微生物或其他因素的差异，大多数慢性牙髓炎和根尖周炎并没有出现明显症状，即使有症状的情况下临床和组织病理的诊断也可能有所不同。

牙髓疼痛的机制尚未完全明确，流体动力学假说认为炎症使牙髓内的压力增高引起神经末梢激发性疼痛，动物实验支持流体动力学假说，认为牙本质小管内容物的流动可加快激活牙髓内痛觉神经末梢，在人体实验中无玷污层的窝洞承受流体静压力也可产生疼痛反应。细菌产物的累积使渗透压逐渐加大，牙本质液外流增多，触发牙髓神经末梢从而引起了疼痛。但是为什么组织病理特点相同临床症状却不同，临床和组织病理检测结果的差异目前尚无法用组织学方法解释。

由于诊断的不确定性，临床上常用可复性和不可复性牙髓炎加以代替更确切的诊断。从客观症状来确定患牙的位置和性质，再根据检查结果和临床经验做出不同的诊断。当用可复性和不可复性牙髓炎作为诊断时，医生要在一定的治疗步骤操作（如去腐备洞和充填）后才能判断牙髓炎症是否可逆转，从而决定是否开髓。

牙髓的临床诊断必须根据临床表现和牙髓反应来决定。当牙本质龋引起牙髓炎症时，根据 WHO 的诊断标准，有症状的为有症状型牙髓炎，没有症状的为无症状型牙髓炎。治疗方案的选择除了根据症状还要参考牙齿发育情况和临床操作结果如去腐后的洞深、有无露髓等。较深的牙本质龋通常以疼痛持续时

间作为标准决定是否进行牙髓治疗。持续痛提示较严重的牙髓炎症。如前所述，临床症状常常不能反应牙髓的真正状况。另一方面，这种判断方法并没有确切的证据加以证实。当去腐过程除去了细菌及其产生的刺激物，修复体阻止了细菌进入牙本质接近牙髓的部分，炎症牙髓就很可能愈合。所有深龋治疗后的牙齿都应该随访、进行冷诊、电诊和 X 片检查以评价牙髓活力。

第二节 未暴露牙髓的治疗

与人体大部分组织相比，牙髓内部压力较高，因此切割牙本质致牙本质小管暴露时管内容物会向外流出。在缺乏充足冷却或者过分吹干的情况下小管液流出增多，甚至导致成牙本质细胞被吸人牙本质小管内。同时，当牙本质小管暴露时，由于牙本质和牙髓相通，细菌产物容易扩散入牙髓而引起炎症反应。龋坏导致牙本质表面暴露于口腔微生物环境时也有同样的情形。如果牙本质长期暴露于口腔环境中，牙本质小管内就有细菌，暴露的牙本质小管对应的牙髓区域会出现相应症状。

牙本质长期暴露于口腔而牙髓很少或没有炎症，说明牙髓初期的炎症反应是可以治愈的。在有活力的牙齿中，牙本质小管堵塞通常可阻止细菌等有毒物质进入牙髓，除非牙本质已被龋损破坏。活髓能作为屏障阻止细菌进入根尖周组织，而牙髓坏死时细菌则很快通过牙本质小管进入髓腔。未暴露牙髓的治疗包括去除腐质和牙体修复。

一、去除腐质

当龋损进展到牙本质时，细菌产酸引起第一次脱矿，其后细菌酶的生化反应引起硬组织进一步破坏。脱矿和被破坏的牙本质分别称为“受侵袭牙本质”和“感染牙本质”。尽管在电镜和厌氧菌培养实验中发现受侵袭牙本质区域也有细菌，一般认为去腐时只去除感染牙本质，受侵袭牙本质应该尽量保存。有学者提出用牙本质粘结剂保存受侵袭牙本质。但健康和龋坏牙本质与粘结剂的粘结能力的比较研究发现，龋坏牙本质的粘结力显著低于前者。同时，修复体下方的龋坏牙本质可成为细菌繁殖的场所，如果有裂隙则容易引起新的牙髓感染。在修复体下方保留感染牙本质如同牙周治疗中去除了其他感染却留下了最深层的菌斑一样影响治疗效果。

临床上很难观察到龋坏牙本质的病理分层，因此，理论上要求去除所有龋坏组织，临床上强调应该去除龋坏牙本质直至健康牙本质，即以探针检查探及坚硬牙本质，而且健康牙本质可反光，脱矿牙本质则无光泽。

二、牙体修复

牙体修复主要包括窝洞预备和充填，这些操作都可能对牙髓造成伤害。一项回顾性研究发现 1000 颗牙齿在长时间治疗后有 11% 出现牙髓坏死。因此，在修复过程中应注意各种操作对牙髓活力的影响。

（一）局部麻醉

健康牙髓可以通过增加血流抵抗干燥和热刺激，而使用含有血管收缩剂麻醉的牙髓却缺乏这种能力，因血管收缩剂可使血流暂时减少或甚至完全阻断，致牙髓不能调整对

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

备牙时产生的高热和干燥的适应。因此，麻醉剂中加入血管收缩剂会增加牙髓坏死的危险。麻醉本身也可降低牙髓感觉神经对临床操作的血流动力学反应。

（二）窝洞预备

用牙体外科手术的方法将龋坏组织去净，并按要求备成一定的形状，以容纳和支持修复材料，这一步骤叫窝洞预备（cavity preparation）简称备洞。

备洞产生的高温会使牙本质干燥，从而间接干燥和损害牙髓，操作时应注意有足够的水加以冷却，选用合适的钻头，并减小压力以降低对牙本质摩擦而产生热量。备洞时工作面离髓腔越近对牙髓的损害越大。随着备洞时牙本质厚度减小，更多的牙本质小管暴露，使牙本质的渗透性显著增加。此时，牙本质如同筛子一般，离子和分子可以自由进出牙髓。因此去腐和备洞时应尽可能保持牙本质厚度，避免不必要的损伤。足够的牙本质是防止牙髓损伤的最重要因素。体外实验发现，1mm 厚的牙本质可将毒性产物损害减小到原来的 10%，而 2mm 可基本上阻止毒性产物的损害。

（三）充填材料的毒副作用

牙体修复是在牙本质上充填永久性材料。充填材料的毒副作用是修复后引起牙髓炎症的另一主要原因。随着牙科材料生物相容性研究的发展，通过筛选和检测可以去除有害材料。有些充填材料在凝固过程中释放有毒物质，凝固后毒性减低；另一些材料如汞、酸蚀剂则有细胞毒性。牙髓对材料的反应是暂时的，只有合并细菌及其产物感染时才会产生明显的炎症。即使是对牙髓有害的修复材料如硅酸盐水门汀和丙烯酸树脂，在阻止细菌感染后都可以观察到牙髓情况的好转。因此具有良好封闭能力的修复材料可以防止牙髓感染的发生。

微渗漏是复合树脂充填后产生继发龋的最常见原因。采用粘结性充填材料时，材料对牙齿硬组织的压力与材料聚合时的收缩力相互抵消。聚合收缩力和充填材料产生的压力都可能破坏窝洞的封闭性，因此应该使用窝洞封闭剂以保护牙本质和牙髓。

（四）牙本质和牙髓保护剂

牙本质和牙髓保护剂即窝洞封闭剂（cavity sealer），是用于保护被切割的牙本质及与其相通的牙髓，防止细菌及其代谢产物侵入和隔绝来自修复材料暂时性的化学刺激。在牙本质和修复体间用窝洞封闭剂仍然是窝洞充填的第一步。窝洞封闭剂的使用标准如下：

1. 所有暴露的牙本质表面都应覆盖窝洞封闭剂，以避免对牙髓的损害；
2. 封闭材料与牙本质的粘结性应比修复材料好，从而避免封闭剂脱离牙本质；
3. 封闭剂应该为一薄层，不会削弱充填材料的强度和固位；
4. 封闭剂在口内液体环境如唾液、龈沟液和牙本质液中不会溶解；
5. 材料操作过程应尽量简单。

传统的窝洞封闭剂分为洞漆、洞衬和垫底材料；牙本质粘结剂是一种新的窝洞封闭剂。

（1）洞漆（cavity varnish）：洞漆是一种保护膜，可覆盖于新鲜切割的牙本质表面。天然树脂如松香、珂巴树脂以及合成树脂都可以作为洞漆，洞漆溶于有机溶剂如乙醚、氯仿或丙酮，有机溶剂挥发后留下一层树脂薄膜。洞漆通常用于银汞充填物和牙本质间以阻止腐蚀物的渗透。研究发现涂 1 次洞漆可以减少 69% 的微渗漏，涂 2 次洞漆效果明显增强。但牙冠粘结前使用洞漆可能会降低固位效果。

（2）洞衬（cavity liner）：洞衬是含有充填剂和附加剂的洞漆，也是一种薄层材料。附加剂的作用是对牙髓和牙齿产生一定的疗效如抗菌或释放氟，最常用的附加剂是氢氧化钙。

（3）垫底材料：垫底是在洞底垫一层足够厚度的材料以隔绝外界和修复材料对牙髓的温度、化学、电流及机械刺激。磷酸锌粘固粉是较早使用的垫底材料，但其封闭性差是导致牙髓反应的重要原因。氧化锌丁香油粘固粉也应用广泛，它能阻止细菌进入牙本质内部从而起到保护牙髓的作用。但氧化锌丁香油水门汀物理性能较差，对复合树脂的聚合也有一定影响，因此，仅用于深窝洞的第一层垫底或暂时性修复。

氢氧化钙可用于护髓。将氢氧化钙糊剂置于预备好的窝洞后，牙本质液的 pH 值明显升高，持续时间约一周。牙本质液 pH 值的升高使蛋白质凝结，因而对牙本质敏感有暂时性的治疗效果。氢氧化钙粒子还可机械性堵塞牙本质小管，从而起到保护牙髓的作用。许多垫底材料中加入氢氧化钙，目的是促使成牙本质细胞分泌从而增加牙本质的厚度。一些研究发现牙本质的增加与氢氧化钙有关，而不同的结论认为，酸蚀时氢氧化钙与酸反应，破坏了垫底材料的保护作用，而且含氢氧化钙的垫底材料与牙本质粘结效果比粘结性复合材料差。

（4）牙本质粘结剂：牙本质粘结剂、玻璃离子和树脂作为窝洞封闭剂可以减少微渗漏并增加固位，其中牙本质粘结剂和玻璃离子对牙髓的影响较小。但有研究表明，牙本质与粘结性银汞合金修复体的交界处可发现一定程度的继发龋，因此，尽管银汞充填前使用牙本质粘结剂已经很普遍，由于缺乏长期的系统研究，使用时仍应谨慎。

此外，牙本质表面的粘结强度比深层大。越近牙髓，暴露的牙本质小管越多，小管间质和小管的比例越小，即小管间质胶原的区域减少，由于管周牙本质胶原减少，与小管直接相连的粘结较脆弱，因而应在窝洞的最深部分使用垫底材料，隔离牙髓与牙本质、牙釉质粘结剂。

第三节　暴露牙髓的治疗

暴露牙髓的治疗方法包括：盖髓术、牙髓切断术、部分牙髓切断术和牙髓摘除术（图 9-1）。

一、盖髓术

盖髓术（pulp capping）是一种保存活髓的方法。组织学上将盖髓分为间接盖髓和直接盖髓。间接盖髓通常是去除龋坏过程中估计可能会露髓而有意留下近髓的少部分龋坏牙本质于永久充填体下方。间接盖髓最好仅是一个暂时性处理，待龋坏下有新的牙本质形成后再除去最后的腐质。直接盖髓则用盖髓材料覆盖于已暴露牙髓的表面。

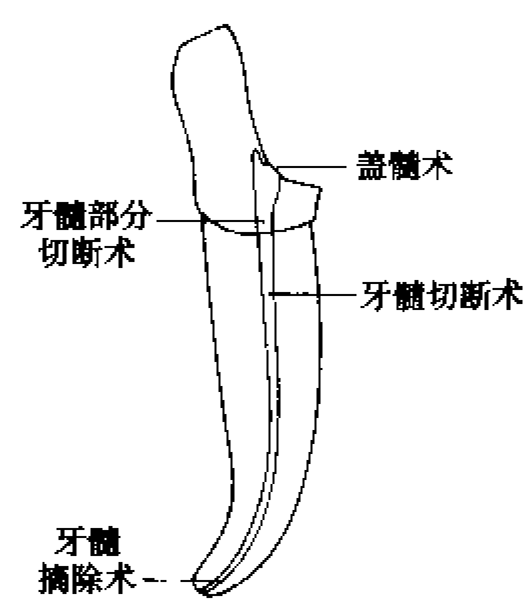


图 9-1　盖髓、牙髓切断、部分牙髓切断和牙髓摘除位置示意图

（一）间接盖髓

1. 保留部分近髓龋坏　在间接盖髓术中，去除近髓处的软龋时，为了避免露髓，往往保留部分近髓龋坏。有意永久保留感染和坏死物质在

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

体内，在医学和口腔医学中都是少见的。临床上一般认为，牙髓治疗费时且困难，因此有意识保留部分近髓龋坏的初衷是希望牙髓存活以避免牙髓治疗。而采用该疗法的判断标准是临床症状的有无，实际上大多数牙髓感染和牙髓坏死都无症状。因此，在牙髓应急处理时发现，许多牙髓和根尖周炎都是由于修复体下残留的龋坏引起的。一些学者认为，这种治疗方法至今仍被广泛使用是遗憾的，甚至认为有意识永久保留龋坏是错误的。

2. 逐步去除龋坏　去除龋坏时估计可能会露髓则暂时停止操作，并在余下的龋坏牙本质上方暂封氢氧化钙糊剂。氢氧化钙具有抗菌作用并可以促进牙本质的形成。龋坏是脱矿和再矿化同时进行的过程。体内和体外实验都已证实去除感染并与口腔环境隔离后，脱矿牙本质是可以再矿化的。牙髓限制毒性产物扩散的另一种反应是产生修复性牙本质，修复性牙本质是阻止细菌及其产物进入髓腔的屏障。

暂封后至少间隔2个月后再复诊，最后去除龋坏。如果龋坏下有修复性牙本质形成，则垫底并永久充填，如果龋坏到达牙髓则进行牙髓治疗。

逐步去除龋坏法常用于年轻患者，目的是减少牙髓暴露的危险。临床医生对最初去除龋坏时遗留的龋坏下方是否存在正常牙本质，或逐步去除龋坏后是否有修复性牙本质形成并无把握。但是，有研究发现患有深龋的恒磨牙随机选择一次性去除龋坏法或逐步去除龋坏法，后者露髓的可能性明显较低。

（二）直接盖髓

直接盖髓术是用药物覆盖牙髓暴露处，以保存牙髓活力的方法。从X线片及临床检查观察，治疗的成功率较高，而从组织学方面来看，许多龋源性露髓的盖髓治疗后，牙髓呈慢性炎症状态。

露髓处放置药物是传统的方法。长期以来许多种材料被同时应用也说明了几乎没有一种材料能真正生效，有学者分析临床直接盖髓效果不佳的原因，认为这是牙髓暴露注定的结果。

氢氧化钙对暴露牙髓组织的作用机制已经得到广泛研究，结果表明氢氧化钙是较理想的盖髓剂。氢氧化钙直接接触牙髓组织后，牙髓组织发生凝固性坏死，坏死下方出现炎症反应，并在此界面上形成牙本质桥。牙髓组织中的成牙本质细胞分泌基质，牙髓血运供给的钙离子不断沉积，钙化后形成修复性牙本质。此外氢氧化钙还具有一定的抗菌作用、有利于露髓后牙髓的愈合，有研究表明用氢氧化钙直接盖髓失败是由于未彻底去除龋坏或新渗漏的细菌引起，与盖髓剂无关。因此，临床盖髓术应视为两步：①盖髓；②长期跟踪观察。

牙髓是否感染决定盖髓术的预后。外伤引起无感染露髓的盖髓术成功机会大大高于龋坏去腐露髓的情况。龋坏引起牙髓炎症反应，即使细菌没有到达牙髓，但是它的产物已经通过牙本质小管到达牙髓。因此，对于龋坏露髓和深龋去腐意外露髓的情况不鼓励盖髓，只有相对新鲜的外伤露髓，露髓处没有细菌菌斑形成时才采用盖髓术。

操作时先麻醉、安置橡皮障并用无菌生理盐水冲洗露髓处和邻牙后，将氢氧化钙糊剂或含氢氧化钙的垫底材料放置于露髓处，无菌棉球吸去多余的水分，粘固粉覆盖在盖髓剂上并进行牙体修复。采用X光片、冷测和电测试验等手段追踪观察治疗效果。

二、牙髓切断术

牙髓切断术（pulpotomy）是去除冠髓并在牙髓的断面或根管口处放置药物的方法。主要用于牙根未发育完成的年轻恒牙，切断感染牙髓，保存活髓直到根尖发育完成。

由于龋坏露髓后直接盖髓效果的不确定性，对未发育完成的牙常选择牙髓切断术，此时切口处的牙髓比露髓处的更健康。根据所用盖髓剂的不同，牙髓切断术分为：①氢氧化钙牙髓切断术，使断端吻合，保持健康的活髓；②甲醛甲酚牙髓切断术，固定断端下方的牙髓组织。

有意保留亚健康牙髓的做法有悖于现代牙髓病治疗原则，因为这种牙髓可以为渗漏的细菌提供繁殖底物，短期临床效果尚可。一项临床跟踪研究发现将一恒磨牙的近中或颊侧根管行牙髓切断术，远中或腭侧根管行根管充填的情况下，时间越长行切断术的牙髓成功率越低，相比之下，采用根管充填的牙根远期疗效较好。

鉴于乳牙的特点，甲醛甲酚牙髓切断术多用于乳牙的治疗。甲醛甲酚固定的组织在以后的牙髓治疗中容易被器械所去除，因此，甲醛甲酚牙髓切断术也用于露髓恒牙。但牙髓被有毒物质刺激后根管常出现内吸收、钙化等并发症。动物实验也证实，甲醛甲酚牙髓切断后的牙内吸收率较高。

牙髓切断与盖髓一样，氢氧化钙可以形成硬组织桥，使断端吻合，保持活髓。氢氧化钙牙髓切断术后也可能并发根管钙化和内吸收，这是由于断面和氢氧化钙之间存在血凝块。在有血凝块的牙中，仅 22% 形成连续的硬组织桥并保持无感染的牙髓；而无血凝块的牙治愈率高达 76%。发生牙内吸收的前提条件是感染，血凝块不仅阻止了氢氧化钙对组织的作用，在修复体有渗漏时，也易成为细菌繁殖的场所。因此，现代牙髓治疗中，对行牙髓切断术的牙往往在牙根发育完成以后，再进行牙髓摘除术及根管充填。

为避免血凝块的形成，操作要轻柔，用高速金刚钻切断冠髓至根管口水平，持续喷水，并用无菌生理盐水冲洗至血流停止，然后置氢氧化钙糊剂或类似的制剂于断面上，其上覆盖粘固粉以防止渗漏。全部治疗过程应用橡皮障在无菌条件下进行，并可以一次性完成充填修复。

三、部分牙髓切断术

部分牙髓切断术（partial pulpotomy）介于盖髓术和牙髓切断术之间，多用于治疗外伤引起露髓的牙。

部分牙髓切断术的操作步骤包括：①牙折面用生理盐水冲洗；②安置橡皮障，术区消毒；③采用高速手机金刚钻快速切割，去除暴露的牙髓及周围深约 1.5～2mm 的牙本质，不加压大量喷水；④无菌生理盐水冲洗直到止血，无菌棉球轻轻加压以加快止血；⑤用干燥的无菌棉球轻轻将氢氧化钙糊剂或类似制剂覆盖牙髓断面，吸干多余水分；⑥氧化锌粘固剂等材料暂封。也可以采用复合树脂进行即刻修复，如使用氧化锌丁香油粘固剂则可能干扰树脂的聚合。

有研究对 178 颗冠折的牙行部分牙髓切断术，临床和 X 片跟踪观察 3～15 年，结果发现形成硬组织屏障同时牙髓存活的有 169 颗（95%），大多数牙在事故后 72 小时得到了治疗，但是超过 72 小时才得到治疗的牙与前者之间的差异无统计学意义，牙根是

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

否发育完成也没有影响。另有研究亦发现，126 颗牙采用牙髓部分切断术治疗后 3～6 个月复诊，去除暂封材料，用锐利探针检查发现连续的硬组织屏障。

部分牙髓切断术也用于年轻恒牙龋坏露髓无症状的磨牙，研究发现成功率达 91%～93%，证明外伤甚至是龋坏露髓的年轻恒牙的治疗，均可选择部分牙髓切断而不是直接盖髓。与年轻恒牙露髓病例相比，部分牙髓切断术是否适用于成人尚待研究。

四、牙髓摘除术

牙髓摘除术（pulpectomy）是去除牙髓组织，进行根管清理、根管预备和根管充填以预防根尖周组织的感染，详见第十章。

五、露髓治疗中氢氧化钙的作用

无菌环境有利于牙髓愈合，如果修复体边缘出现渗漏，暴露的牙髓就会被感染。现代的修复材料利用牙釉质和牙本质粘结技术，封闭性较传统材料和充填技术效果好，但缺乏长期封闭能力的评价，因而观察有无形成连续的硬组织屏障对牙髓的保护仍很有必要。但多年来的实验表明，只有少数几种材料如氢氧化钙在没有血凝块前提下可以形成连续的硬组织屏障，大多数情况下屏障并不连续。

众多学者深入研究了氢氧化钙对露髓的作用机制。氢氧化钙糊剂直接接触牙髓断面后，牙髓组织发生坏死，最靠近药物的牙髓组织结构丧失，这层液化坏死组织的下方依次是凝固性坏死的牙髓组织（随后形成弥漫性钙化物）和最终形成的硬组织。开始形成的硬组织是无定形的，随着钙盐的不断沉积，继而形成继发性牙本质。这种组织凝固的原因是氢氧化钙可低水平地刺激牙髓原生细胞并使其分化为成牙本质细胞，大多数研究支持这一观点。

除氢氧化钙外，动物实验发现其他材料如硅酸盐粘固剂在无菌环境中也可以使硬组织屏障形成，同样是低度刺激所引起。X 线检查可见硬组织区形成后，下方的细胞就分化为成牙本质细胞。最近的研究认为，粘连蛋白在最初的钙化中可能发挥了介导作用，使牙髓细胞分化为成牙本质细胞。

其他材料如胶原、氰基丙烯酸盐粘合剂、牙本质粘结剂和 MTA（mineral trioxide aggregate）等都曾用作盖髓剂，其中牙本质粘结剂是目前研究的热点。但目前建议用牙本质粘结剂作为盖髓剂的根据大多数来自临床病例报告或有限的实验结果。

任何材料在临床应用前必须经过充分的实验和临床研究。有学者用动物实验比较釉质粘结剂和不同配方的氢氧化钙作为盖髓剂的效果，发现大多数应用氢氧化钙的牙有牙本质桥形成，而釉质粘结剂的只有 25%。

许多动物实验结果表明生长因子作为盖髓剂效果良好。目前生长因子在全球范围内受到重视并取得良好的效果，是新一代的盖髓剂。

第四节 预　　后

盖髓术、部分牙髓切断术和牙髓切断术等三种治疗方法的原理类似，目的都在于促使牙髓伤口愈合以保存活髓。盖髓术的成功率很低，且随着时间延长失败率明显增大。

即使硬组织屏障已经形成且没有临床症状，组织学检查也可能是牙髓炎症或坏死，因为硬组织屏障常常是不连续的，修复体渗漏可以将细菌带入牙髓。牙髓切断术的成功率高，但是涉及牙颈部，操作位置较深，对发育中的牙，在这个部位形成足够厚的硬组织可避免牙折，因此牙髓切断位置宜尽可能靠近牙冠。以此为依据发展的部分牙髓切断术的成功率最高，其牙髓切断位置比盖髓水平深 1.5～2mm，此时盖髓剂和修复材料都可以获得良好的固位。

直接盖髓术是将氢氧化钙置于暴露于口腔微生物环境且有炎症的牙髓表面。部分牙髓切断术是去除表面的牙髓从而保证断面清洁健康，同时切缘处的牙髓容易促进颈部牙本质的形成。另外，部分牙髓切断术的钙化局限于冠髓可以用器械轻易去除，即使是治疗失败也很容易进行传统的牙髓再治疗，而牙髓切断术的钙化发生在根管内，再治疗难度大。

在年轻恒牙的冠方放置药物的方法如盖髓术、部分牙髓切断术、牙髓切断术等可促使牙根继续发育，通常称根尖诱导成形术。对牙根发育完成的露髓牙应该行牙髓摘除术和根管充填。首先是因为牙髓摘除术及其后的根充成功率很高（90%～96%）；其次是牙髓断面近根尖，这个部位的感染通过 X 片早期就可以发现。对盖髓术和牙髓切断术，只有炎症发展到根尖周组织才能通过 X 片检查出来。因此，对发育未完成的牙行牙髓切断术，而对发育完成的牙齿行牙髓摘除术是首选。

牙髓失去活力也意味着牙内感觉功能丧失，因此，无论牙齿是否发育完全都要尽量保留牙髓活力。牙髓神经是控制咀嚼力的重要因素，同时牙周受体在咀嚼过程中起了重要作用。给猫的牙施加使其轻微变形的压力时，可以记录到牙髓神经末梢的不同反应和开颌反射。临床实验也发现，活髓牙比根充后的牙齿能承受更大的压力。死髓牙或根充牙只能依靠牙周的神经末梢感受压力，而活髓牙还可依靠牙内的神经末梢感受压力。这意味着根充牙比活髓牙所受的实际压力更大，这点可部分解释根充牙齿更易牙折的原因。

冠髓和根髓都有许多神经末梢。当牙本质暴露于空气时牙本质小管内液体移动，牙髓的神经末梢把它记录为疼痛。牙齿受力牙本质小管轻微弯曲，牙本质液移动，牙内神经末梢可接收到信号，再调节咬合力的大小。从工程学的角度来说，牙齿不仅通过 Sharpey 纤维将𬌗力分散到牙槽骨，而且牙齿还发生一定的形变。因此临床治疗时应尽量保存已暴露牙髓的活力，慎用牙髓摘除和行根管充填。

在保存牙髓活力方法的对照研究中，部分牙髓切断术的成功率明显高于其他方法。若在部分牙髓切断术中采用更有效的盖髓剂，如生长因子与局部抗菌消炎药物的联合应用，同时选用具有良好封闭能力的修复材料，可望提高恒牙露髓病例保存活髓、保留牙髓感觉功能治疗的成功率。

（凌均棨）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十章 无根尖周病的牙髓治疗

第一节 治疗原则

现代牙髓治疗的生物学观点认为，要想获得理想的疗效必须遵循一定的生物学原则。大量研究提示，治疗前牙髓的生活状态和牙髓组织的感染程度是影响治疗成功率的主要因素；治疗后的残余感染或再感染是牙髓治疗失败最可能的原因。活髓牙的感染位于牙髓表面，牙髓及其周围根管壁的牙本质最初未被感染；而坏死牙髓的感染波及整个髓腔，即剩余牙髓组织和周围牙本质均被感染。因此，从生物学角度考虑，无根尖周病的活髓牙和死髓牙的治疗原则有着本质的区别，牙髓治疗方法有两种：①活髓牙应采用以无菌操作为治疗基本原则的牙髓摘除术。②死髓牙则采用以清除髓腔和周围牙本质中感染物质为主要目的根管治疗术。而从临床角度观察，治疗成功的标准主要是 X 线片根充结果，因此，临床上将器械操作和根充技术在治疗中的作用放在首位。

第二节 适 应 证

一、牙髓摘除术

牙髓摘除术适用于绝大多数活髓牙的无根尖周病的牙髓治疗。

(一) 牙髓炎

牙髓炎症的各个阶段都可选择牙髓摘除术。如外伤或深龋露髓，无或有牙痛症状诊断为不可复性牙髓炎等病例。当炎症和组织分解发展至大部分牙髓甚至根髓时，难以完全执行无菌牙髓治疗原则，但却较容易通过机械和化学方法达到有效的髓腔消毒，因此即使根髓只有部分活力，牙髓摘除术仍适用。

(二) 意外露髓

预备无龋坏牙本质时的意外露髓是牙髓摘除术最理想的适应证。如能立即完成牙髓治疗可以保证严格的无菌。但是，如果不能立即进行牙髓摘除术，应该在橡皮障隔离的条件下，严格消毒暂封，防止细菌在牙髓创面生长，直至完成治疗。有研究报道医源性露髓的病例使用牙髓摘除术的成功率较盖髓术高。

（三）桩固位修复

对未露髓且牙髓健康，但牙体严重受损需要桩固位修复的病例，也可选择牙髓摘除术作为治疗方案。

此外，由于牙髓组织的快速、弥漫性钙化是恒牙外伤的常见并发症，多数会导致髓腔闭塞，也有21%将出现组织完全分解。为了防止这些并发症，同时由于活髓和（或）未感染牙髓的牙髓治疗简单，且与牙髓感染坏死并有根尖周骨质破坏的复杂治疗相比成功率高，因此这些病例应选择预防性牙髓摘除术（prophylactic pulpectomy）。重要的是要区分功能性的成牙本质细胞主导的生理性的牙本质加速沉积与牙髓坏死引起的不规则钙化。刺激消失时，生理性牙本质形成停止，髓腔变窄但不会闭塞。而病理性钙化通常导致髓腔闭锁或组织分解。在一些病例中，坏死的牙髓被生成骨性牙本质的结缔组织长入并取代。

但对牙根未发育完成牙齿露髓的处理需特殊对待。因这类牙根管的根尖部分粗大、根尖孔区无解剖性狭窄、许多年轻恒牙的牙根结构发育不全不足以长久地支持牙冠修复，只有大部分剩余牙髓存活且有功能时牙根才能继续发育。因此，对于牙根发育不全的年轻恒牙，应根据最初牙髓受损伤的程度采用不同水平的牙髓切断术，促使根尖形成。

二、根管治疗术

无根尖周病的死髓牙的牙髓治疗首选根管治疗术。

龋坏未露髓病例和龋坏露髓病例均可伴随牙髓坏死，但龋坏未露髓病例细菌侵入坏死牙髓需要数月甚至数年，而龋坏露髓病例坏死组织残余物内很快就有细菌定居，并侵入髓腔和根管壁的牙本质小管，消毒难度大，是死髓牙治疗的重点。

牙根未发育完成牙齿的牙髓受伤，如早期未能及时诊断而进行了错误治疗，使牙髓坏死牙根不能继续正常发育，这时即需要修改治疗方案，选用根尖诱导成形术。

第三节　无　菌　术

无菌术包括清除细菌和避免将细菌带入手术无菌区。牙髓病学的无菌术包括橡皮障的应用、术区的机械清理、消毒以及无菌器械的使用。此外，随着口腔卫生知识的普及和人们自我保护意识的增强，作为牙髓治疗中必不可少的涡轮手机的消毒理念——“一人一机”也愈来愈受到临床医生的重视。

一、橡皮障的应用

（一）橡皮障的优点

19世纪Barnum发明并使用橡皮障的目的只是为了隔离患牙以便放置金箔。经过多年的应用发现，牙髓治疗中使用橡皮障还有以下优点：

1. 隔离唾液、血液或其他组织液，获得相对无菌的操作区，防止交叉感染；
2. 获得清洁视野，提高医生的工作效率；
3. 防止器械的误吸，杜绝不必要的并发症；
4. 保护牙髓、唇和舌等软组织；

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

5. 安全地使用次氯酸钠等有一定刺激性的冲洗液，提高根管清理效果。

（二）橡皮障系统的组成

橡皮障系统由橡皮障、橡皮障架、橡皮障夹、橡皮障打孔器和橡皮障钳组成（图10-1）。



图10-1 橡皮障系统的组成

1. 橡皮障（dams） 传统的橡皮障由乳胶制成，Hygenic是非乳胶橡皮障，适用于对乳胶过敏的患者。橡皮障有多种厚度和颜色，其中中等厚度和黑色、墨绿色或茶色最适合牙髓治疗。牙髓治疗中使用深色橡皮障能增强牙齿内的可视性，确保髓腔位于视野中最亮的区域。浅色橡皮障可增加牙齿周围的光，而削减了髓腔内光的亮度。质量好的橡皮障应具有高强度，使用时不易撕裂等基本性能。同时为减少交叉感染，每片橡皮障应该只用一次。

2. 橡皮障架（frames） 橡皮障架的作用是固定橡皮障，由金属或塑料制成。由于塑料制成的橡皮障架具有放射穿透性，放置胶片时不需取下，使用时更方便。使用时，由医生和助手同时对称牵拉橡皮障使之固定。（图10-2）

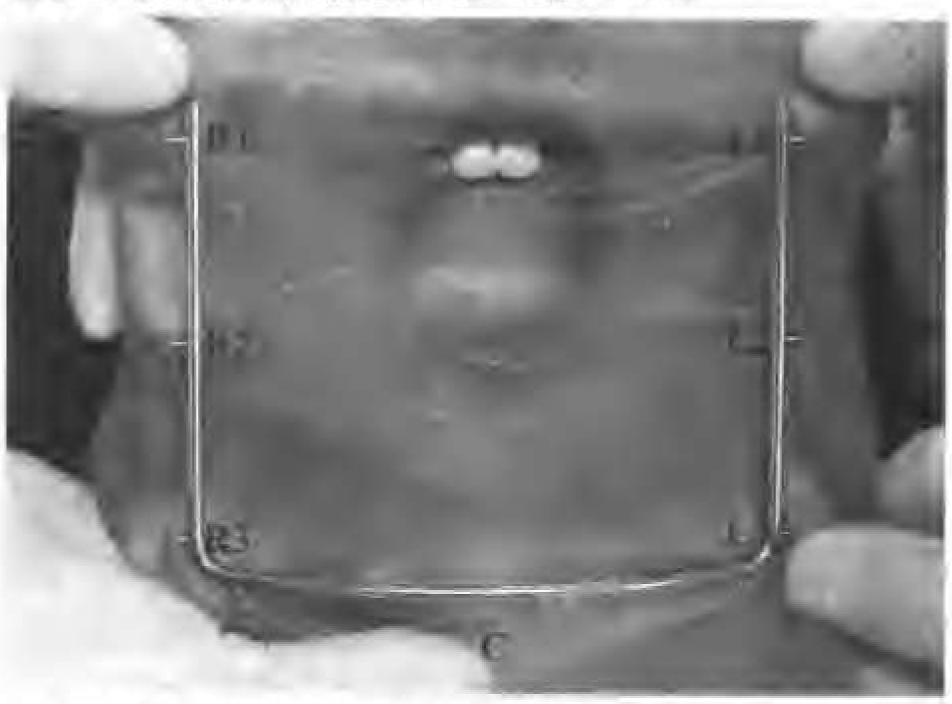


图10-2 使用橡皮障架时，医生和助手间配合情形

将橡皮障架成四方形，医生和助手同时对称牵拉，固定橡皮障。

医生为R_1—R_2—R_3—C，助手为L_1—L_2—L_3

3. 橡皮障夹（clamps） 橡皮障夹的作用是将橡皮障固定于需作治疗的牙上，还有助于压迫软组织，利于操作。橡皮障夹由不锈钢制成，由一个弯和两个喙组成。橡皮障夹有多种形状，适用于不同牙位的牙齿。牙髓治疗中最基本的几种是：用于前牙的蝴蝶形夹、通用型前磨牙夹、上磨牙夹和下磨牙夹等。橡皮障夹也可用金刚钻磨改以便更好地适合不同的牙。对于有缺损的牙齿，甚至残冠或残根，不能用常规橡皮障夹固定，一种方法是选用一种乳白色的、夹臂和牙根之间可呈四个点接触的特制型橡皮障夹，或选用喙根向倾斜和有锯齿状喙的夹子，使用这类夹子可使牙体组织更好地显露在橡皮障外（图 10-3），使用时除检查其稳定性外，建议将牙线的一端系于夹弓上，另一端置于口腔外，以便夹子在固定橡皮障松动时，容易从患者口中取出。第二种方法是在橡皮上打两个孔（相距 1～2mm），分别套住缺损牙近远中两端的牙齿，在两孔间切一小口，橡皮障夹固定在远中牙齿上，必要时可在近中牙上反向放一个橡皮障夹。上述方法仍不能充分隔离患牙时，可采用切龈术、牙周翻瓣术或牙槽骨成形术等手术方法去除治疗区域的软组织，以获得良好的隔离和无菌条件，并为以后的牙体修复做好准备。

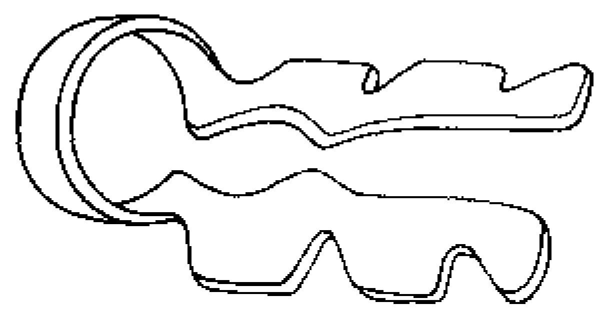


图 10-3 用于大面积缺损牙的橡皮障夹

4. 橡皮障打孔器（pumch）和橡皮障钳（forceps） 橡皮障打孔器上有一转盘，根据待隔离牙的大小，可通过转动转盘选择不同的孔径打孔。橡皮障钳用于安置和取下橡皮障夹。

二、术区的机械清理

临床医生常常忽略髓腔外部术区的机械清理。有研究表明，刮除患牙牙周所有结石、菌斑，并用浮石粉或类似磨料抛光牙面，可减少进入治疗区的细菌数量，降低再感染率。除安置橡皮障和探查髓腔前清除窝洞内腐质外，还应去除不良修复体，避免其边缘大量积聚的细菌进入术区，如果去除与开髓口不相连的牙颈部修复体不利于橡皮障安置时，可暂时保留，但这些修复体可能成为牙髓治疗中潜在的污染源。对铸造修复体，如果因为经济问题患者要求保留时，须设法减少与开髓口直接相通的渗漏，在开髓口内，可用小倒锥钻仔细清洗铸造修复体和牙本质边缘，氧化锌暂封铸造体与牙间的缝隙。

三、术区消毒

清洁牙齿和安置橡皮障后，术区必须消毒。龋坏未及髓腔、牙髓表面仍有健康牙本质时，只需消毒牙本质。龋坏波及髓腔，牙髓的表面层已被污染和（或）感染，治疗过程中若将牙髓表面大量的细菌带入根尖创面将影响治疗效果，需通过系统消毒来实现严格无菌：①去除所有龋坏组织但不进入活的冠髓组织，仔细消毒窝洞和牙髓创面，更换牙钻；②无菌钻去除冠髓至根管口，再次仔细消毒窝洞和牙髓创面。

牙齿表面用 30% 双氧水和 5% 碘酊联合消毒。双氧水处理牙面的目的是去除所有的碎屑，使随后的消毒剂能有效接触牙齿表面的细菌。除 0.5% 的氯己定外，很少有其他消毒剂可以取代碘酊作为牙面有效的消毒剂，碘酊的实用性还在于术者易分辨消毒过的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

牙和橡皮障的区域。有研究表明牙面用高浓度双氧水消毒效果理想。先后用30%双氧水和5%碘酊消毒，牙冠的有效消毒率达98.4%，单用碘酊消毒的只有43.5%。这个差别在橡皮障和牙齿接触的牙颈部更明显，联合消毒的为79.8%，而单用碘酊的为4.8%。高浓度双氧水禁用于不行牙髓摘除术的活髓牙的牙本质消毒，以免引起严重的牙髓损伤。

四、无菌器械的使用

牙髓治疗是一项精细的显微外科手术，要求高度无菌。因此所有的器械不仅是干净无污染，而且必须无菌。临床上常常忽视被碎屑污染的器械，表面被碎屑覆盖的器械很难消毒，器械再次进入根管系统时碎屑会被带入，影响牙髓和根尖周组织愈合。治疗中使用抗菌冲洗液可保持无菌器械的清洁。

无菌指不含活菌的状态，是灭菌的结果。干热或高压蒸气灭菌法能获得可靠的灭菌效果。如果消毒过程中的蒸气能得到良好的流通，可应用化学消毒剂进行消毒。乙烯氧化灭菌法消毒牙髓治疗器械和材料因花费过长时间而不适用于临床诊室。过去曾广泛应用玻璃珠或粗盐珠消毒牙椅边的器械，甚至用融化的金属（锡/铅混合物）消毒，这是不可靠的。有学者建议将这种“椅边消毒”作为牙科器械的辅助消毒，如果使用预先消毒好的器械，这种辅助消毒就没有必要。

器械的干热灭菌需要180℃持续90分钟，非常耗时，但成本低。由于高温，亚麻和塑料制品不能用此方法灭菌。与过去观点相反的是，干热并不破坏根管器械的锐利。

如果能正确使用，高压锅是非常简便而有效的灭菌工具。大多数高压锅都能获得有效的压力和温度（133℃），可在4～5分钟内达到灭菌。传统的小高压锅的常规灭菌条件是121℃、15磅压力下20分钟，化学气体灭菌器（Harvey灭菌器）是126℃、20磅压力。化学气体灭菌器不如蒸气高压锅有效，而且在这种高压锅里大部分蒸气被福尔马林化学蒸气混合物取代，并可能泄漏到治疗环境中，因此必须保持良好的通风。

干热、高压蒸气和化学消毒器应每周检查灭菌效果，检测方法有两种。最简单的是应用消毒指示卡，消毒指示卡通常是达到预定温度时可变色的带子或蜡笔，但这只能说明灭菌时达到了预定的温度。更可靠的检测方法是芽孢试验，芽孢可从检验室获得，干热试验可使用 *Bacillus subtilis* var. *niger*，高压蒸气和化学消毒器可用 *Bacillus sterarothermophilus*。检测可在实验室或特殊的小培养箱内进行。目前临床上通常将器械装在贴有指示剂的袋中消毒，这样可保持消毒后袋内容物无菌。

五、牙科手机消毒和“一人一机”

牙科手机是牙髓治疗中必不可少的工具。大量研究表明，手机可作为媒介造成交叉感染。牙科手机引起交叉感染主要有三种途径，一是手机在口腔内操作过程中接触病人的唾液、血液、碎屑造成的表面污染；二是手机高速旋转切割时产生的带有病源微生物的气雾进入空气造成的空气污染；三是手机高速涡轮停止转动的瞬间形成的负压将患者口腔中的致病微生物回吸至手机内部，并经转接头进入综合治疗台水、气管道系统造成的污染。

牙科手机自20世纪50年代问世并大量应用于临床以来，经历了从不必消毒到表面

消毒，再到内部清洗消毒，从一般压力蒸气灭菌到预真空压力蒸气灭菌，从一个医生一支手机到一个病人一支消毒手机，即“一人一机”的理念变化。

欧美一些发达国家在90年代初就使用压力蒸气消毒手机，并逐步推广使用“一人一机”。我国卫生部于1999年实施“加强口腔医学基础技术项目”投资，为34所部属口腔专科医院和综合性医院口腔科装备了手机加热清洗机、注油保护机、打包封袋机、预真空压力蒸气灭菌机等系列消毒灭菌设备，并增配了一定数量的手机供消毒灭菌周转。

高压蒸气灭菌和“一人一机”虽然是保障牙科手机消毒灭菌的最有效方法，但目前仍存在认识不足、经费困难和担心影响手机使用寿命等问题。而且，清洗、消毒、注油、封袋、打包、灭菌和冷却一般需1.5～2小时，在门诊量大的医院实施“一人一机”更有困难。此外，经手机回吸造成的综合治疗台水、气管道污染的消毒灭菌尚有一定难度。研究开发手机的防回吸技术和装置是目前世界各大手机生产厂家的重点项目。

关于高压蒸气消毒是否影响手机寿命，不少学者进行了这方面的研究，结果表明影响手机寿命的因素包括手机质量、操作方法、保养维护、相关器械和综合治疗台水、电、气质量等方面。

第四节　牙髓摘除术

牙髓摘除术（pulpectomy）是将全部牙髓摘除，摘除牙髓后的髓腔用根管充填材料严密充填，以保留患牙的一种方法。牙髓摘除术成功的关键在于严格无菌技术，在去除腐质、揭髓室顶后即进行拔髓、确定工作长度、根管预备和根管充填，全部操作应在无痛和无菌条件下进行。

一、拔髓和根管工作长度的确定

根管器械的改进多集中在其机械特性和切割牙本质能力方面，而与根管系统治疗相关的符合特殊生物学要求的器械很少被关注。活髓的牙髓摘除，尤其需要特殊考虑器械的生物学特性。早在75年前就有学者提出用牙髓刀及有尖锐切割缘和钝末端的Hedstrom锉作为牙髓摘除器械。有学者研究了几种类型的牙髓器械对活髓摘除术的适合性，结果表明没有一种器械能很好地去除根管中的残余牙髓，大多数病例的残余牙髓严重受损，其中以扭曲最为常见。由于没有理想的牙髓摘除器械，残余的牙髓在牙髓摘除术中停留时间太久将变性坏死。但是，一项关于活髓部分摘除的研究结果表明，从组织学角度观察，牙髓切断水平似乎不影响治疗结果，而且大多数残余牙髓比X片的工作长度提示的要短。对于部分牙髓摘除术，临床上由于缺乏有效的、无创伤器械来切断活髓，必须调整临床治疗方案。

临床上根尖末端预备的位置很难确定，因为末端的位置随着根尖而变化，配合电子根尖定位仪可提高根管工作长度测量的准确率。大多数无根尖周病的牙髓治疗中，牙髓摘除和根管预备应在X片上距解剖根尖1mm以内。对于死髓牙，断面最好尽量接近根尖孔，从根尖部分去除根管所有感染的软硬组织。根尖解剖的复杂性使大多数感染髓腔

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

的根尖部分消毒困难，而且，传统的抗菌剂常常被治疗区域的组织液稀释或抑制，因此治疗感染牙髓根管时要非常注意根管的根尖部分。

对于活髓牙，除了考虑感染根管的治疗问题之外，还要考虑其他因素，如患者年龄和牙根是否发育完成等来确定牙髓切断水平。对牙根发育完成的病例，牙髓断面的最佳位置是X片上离解剖根尖1～2mm处。由于活髓牙不用考虑根尖部软硬组织的感染，主要目的是进行无菌无创伤的牙髓治疗。如果能将牙髓断面完好保留在根管里，即使是预备的根管非常粗大，牙髓切断处的横截面也不会超出根尖孔。

传统的根管充填材料均有不同程度的组织刺激性，因此与根尖周组织的接触面积应尽可能小，以期获得最好的愈合和避免并发症发生。有研究表明如果根管内的残余牙髓大于2mm，切断牙髓引起的损伤就会使牙髓坏死的危险增大。残余的牙髓越少，残余牙髓长度与根尖狭窄区大小的比值越小，根尖周血管越易重建；该比值越大，重建血循环越难。因此活髓治疗时，若根管内残余仍有活力的牙髓会影响治疗效果。但也有研究证实，如果去除牙髓时保持严格无菌，即使根充的位置比工作长度短2～4mm也能治愈，并认为根尖孔的大小并不重要，因为愈合初期的吸收过程中根尖孔是开放的。

二、根管预备器械

（一）根管器械的标准化

自从1958年Ingle建议根管器械应统一规格以来，根管预备过程使用频率最高的两种器械K型（K-type）和H型（Hedstrom type）器械已标准化。如器械的长度有21mm、25mm或31mm三种；刃部均长16mm，锥度0.02mm/mm；每一器械的号码以器械尖部直径（D_0）为准，以0.01mm计算，例如一个10号器械，指它的尖部直径为0.1mm，允许误差±0.02mm，因此30号器械尖部直径为0.30mm±0.02mm。H型锉尖部的长度必须小于2 D_0。K型锉尖部角度为75°±15°（图10-4）。器械尖部的形状可不同。手柄处标有器械号数，从6号～140号。手柄的颜色从15号开始按三暖色（白、黄、红）及三冷色（蓝、绿、黑）顺序标记，10号为紫色，10号以前另加两个细号，分别为6号（粉红）及8号（灰色）。

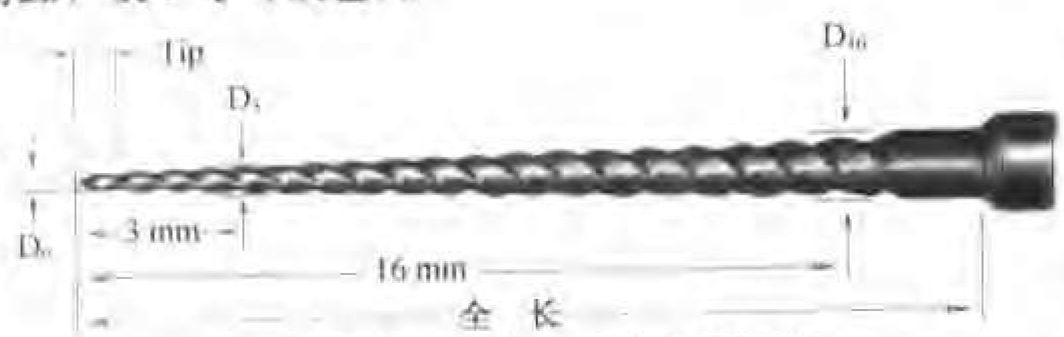


图10-4 根管器械标准测量简图

D_0为尖部直径，D_{16}为距尖部16mm处直径。锥度按（$D_{16}-D_0$）/16计算

但是，有学者研究了20个不同品牌的根管器械，结果显示没有一组完全符合国际标准，K型锉较其他型根管器械更接近国际标准。最近几年流行制造"半号"器械，如12.5和17.5号等，有学者认为这是不合理的，因为常规的锉允许±0.02mm的误差，如果应用"半号"，12.5号与10或15号器械的大小可能相似。

根管预备器械可分为手用器械、机用器械和超声器械三大类，目前欧美一些国家多使用机用器械，我国临床上多使用手用器械。

（二）手用根管预备器械

早期的根管器械局限于碳钢制成的K型和H型锉，近20年有了很大的改进。K型根管器械通常是用横截面为方形、三角形或菱形的金属丝拧制而成。不同的厂家生产的或不同类型的K型器械螺纹密度不同，通常扩孔钻（reamer）的每单位凹槽较扩孔锉（file）少（图10-5）。菱形截面的长对角线的长度决定器械的大小，短对角线增加器械的弹性，其主体逆时针扭转产生切割效应，器械尖部可制成不同的形状。



图10-5 不同厂家生产的K型锉
（左：Maillefer；右：Kerr）
注意每单位长度的螺旋数目不同

H型锉是在圆锥形体坯的基础上，由机械碾磨出螺旋形切槽而成。不同品牌的H型锉尖端形状可不同（图10-6）。计算机辅助制造技术（CAM）可为器械的改进提供有利条件，制造过程中通过改变凹槽数目或核心厚度可控制其弹性。CAM的介入使得K型锉可通过碾磨而不是扭曲来制造。H锉也由双螺旋取代了经典的单螺旋。

镍钛（Nickel Titanium，NiTi）手用根管预备器械因具有良好的弹性，现在已被各大厂家生产，并设计成不同的形状（图10-7）。

另外，不同品牌以及相同品牌不同类型的根管锉切割牙本质的效率也不同。根管器械的切割缘很容易被磨损，一旦切割牙本质后其锐利程度迅速下降。表10-1比较了一些不锈钢锉的牙本质切削效率和机器磨耗程度。个别器械在切割牙本质300次后机械效率可减低近55%。为了确保根管锉最好的切割效率，有学者建议每支锉只使用一次。部分欧美国家已规定每支手用根管器械（包括扩孔钻和扩孔锉）只能使用一次。

手用NiTi锉较同类型的不锈钢锉的耐磨时间长（表10-1），且对粗大根管的预备效率明显增高。Tulsa Dental提供全新锥度和半径的手用NiTi器械，以及半号器械，它不是以每测量单位的大小来增大（如0.05mm/号），而是以每单位的百分率来增大（29%）。与现在的ISO模式相比，小号器械的增大很慢，而大号器械的增大很快。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取



图 10-6 不同厂家生产的 H 型锉（左：Maillefer；右：Antaeos）
注意两者尖部设计的区别，Antaeos 锉的尖端呈钝形



图 10-7 改进的镍钛 H 锉（左：Hygenic 的 Hyflex 锉；右：Dental 的 Mity Turbo 锉）
注意器械有两个相对的螺旋切割缘（双螺旋），凹槽的数目和尖部设计也不同

表 10-1 不同品牌不锈钢和镍钛根管锉机械性能的比较

品牌	牙本质切割量[a]（mm^2）	磨耗量[b]（%）
不锈钢器械		
K 锉（Maillefer）	0.31 ±0.06	21.8
K 锉（Sjodings）	0.29 ±0.09	38.3
Flex-R（Union Broach）	0.29 ±0.14	35.1
K-Flex（Kerr）	0.35 ±0.17	38
H 锉（Maillefer）	0.37 ±0.17	27
H 锉（Sjodings）	0.56 ±0.32	54.8
S 锉（Sjodings）	0.31 ±0.10	41.6
镍钛器械		
K 锉（Maillefer）	0.51 ±0.20	17.4
Mity-K（JS Detal）	0.32 ±0.06	16.8
K 锉（Texceed）	0.31 ±0.07	9
H 锉（Texceed）	0.44 ±0.17	18
Mity-H（JS Detal）	0.55 ±0.18	22
Naviflex-H（Brasseler）	0.35 ±0.16	11.1
Mity-Turbo（JS Detal）	0.19 ±0.12	18.7
Hyflex-X（Hygenic）	0.60 ±0.16	22.2

a：300 次提拉后牙本质的去除量
b：300 次提拉后切割牙本质效率的减少量

（三）机用根管预备器械

镍钛机动根管预备器械已在临床广泛应用。目前临床上常用的机动 NiTi 器械有 ProFile、Lightspeed、Her0642 和 Protaper 等不同类型（图 10-8 和图 10-9）。



图 10-8 ProFile 0.04 锥度的机用 NiTi 器械
（左：2 号；右：7 号）
注意器械的平滑边缘能确保
根管预备时不受阻



图 10-9 LightSpeed 机用 NiTi 器械
（左：90 号；右：20 号）
注意小号器械缺乏边缘界线，大号器械有
清晰的表面界线，与图 10-8 的器械类似

NiTi 机动根管预备器械因具有良好的弹性，可用于弯曲根管的预备，但也有不足之处，了解其机械特性非常重要。镍钛合金可有 austenite 和 martensite 两种晶体形式，当器械受到的压力突然变化时，晶体间发生形变，使器械容易折断。器械旋转的速度或遇到的阻力突然变化时，也易引起金属变形和器械折断。因此，NiTi 机动根管预备器械的旋转速度须恒定，同时要限制 NiTi 器械的使用次数，减低折断的危险。有研究提示机用 NiTi 根管器械的转速应限制在 350～700 转范围内，预备 6～10 个根管。

（四）超声根管预备器械（参见第十一章）

三、化学辅助剂

牙髓摘除和髓腔预备等治疗过程中应用的抗菌剂、溶钙剂、酒精和氯仿或类似的溶剂，均为牙髓治疗过程中的化学辅助剂。

溶钙剂中以乙二胺四乙酸（EDTA）最常用。机械预备完成后，根管壁上由残余的无机物和有机物混合而成的玷污层可用 EDTA 或弱酸如柠檬酸去除。研究发现，根充前去除了玷污层后封闭剂的微粒更易进入牙本质小管，但没有明确的证据提示去除牙本质玷污层可提高牙髓治疗的效果。此外，EDTA 有助于细小钙化根管的预备。EDTA 的溶钙作用具有自限性，5 分钟大约可溶解 30μm 厚的牙本质，24 小时也只能溶解 50μm，即 EDTA 溶解牙本质的量并非随时间延长而成比例增加。50μm 似乎微小，但是根管壁两边加起来可溶解 100μm，相当于 ISO 的 10 号器械的尖部直径。同时，预备中频繁地使用 EDTA 冲洗根管可有效去除牙本质碎屑，这对于比小号锉还小的根管非常有用。尽管 EDTA 是非常有效的溶钙剂，但是它不能用于寻找根管，只能用于已定位的根管，而且常规操作中 EDTA 对牙本质的去除量非常有限，溶解钙的作用远远小于锉的摩擦

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

作用。

EDTAC 是 EDTA 和季铵化合物的混合物，其中螯合剂还加入了一些抗菌剂。RC-Prep 是 EDTA 和过氧化脲溶解于聚乙二醇的混合物，它与次氯酸钠合用形成的过氧化物释放的气体有助于去除根管内的牙本质碎屑。但是，没有证据表明 RC-Prep 的溶钙作用比 EDTA 好，而且由于它不溶于水，可能会将碎屑遗留在根管。

由于许多根管封闭剂不能牢固地粘附潮湿的牙本质，为提高其封闭功能，根充前可用99%的乙烯乙醇冲洗以干燥根管。有研究证实，乙烯乙醇短期使用不会引起组织的不可逆损伤，与大多数牙髓治疗中应用的抗菌剂相比，它的毒性很低；1%次氯酸钠在体外的细胞毒性是纯的乙烯乙醇的 4 倍。

牙髓治疗中亦经常使用氯仿，如树脂氯仿和氯仿牙胶均可作为根管封闭剂。氯仿还用于牙髓再治疗中溶解牙胶尖。大剂量的氯仿进入人体对肝脏有毒性作用，因此有学者建议使用替代材料如氟烷和白松节油，但是牙髓治疗中应用的少量氯仿是否引起肝损害尚未被证实。用高速真空抽吸和注射器注射氯仿，氯仿很少蒸发到周围的空气中。亦有体外研究发现氟烷和松节油的毒性和氯仿一样严重，松节油的毒性可长期存在并能因此过敏，氟烷的临床效果比氯仿差，也有肝毒性。因此，临床治疗需要氯仿溶解牙胶尖时如果能仔细操作，可不必用效果差的氟烷和白松节油。

四、根管冲洗和根管消毒

（一）根管冲洗液

机械预备根管时可用冲洗和抽吸去除残余组织和牙本质碎屑，但是对于冲洗和冲洗装置的有效性有许多争论。大多数根管非常狭窄，即使是最小的冲洗针头也难以到达根尖部。冲洗时不断用小号锉搅动可帮助碎屑冲出根管，提高冲洗效果。

冲洗的目的不同，选择的冲洗液也不同。从生物学观点来看，最好用无菌生理盐水去除牙髓碎屑。但是事实上，无菌生理盐水存在无去污作用、表面张力大及无抗菌作用等缺点。

理想的根管冲洗液应该含有抗菌成分。例如过去临床常用的杀藻铵（Zephiran），是一种季铵盐混合物，牙髓治疗中采用 0.1% 和 1% 的浓度，它的表面张力非常低，有抗菌作用，同时可通过清除坏死的脂肪分解物来帮助清洁根管，但它的抗菌谱窄，而且影响组织愈合，因此不是理想的冲洗液。

次氯酸钠是最常用的根管冲洗液（表 10-2）。作为伤口清洗剂，它首次应用于第一次世界大战时的战壕伤。最初的“Dakin's 溶液”含 0.5% 次氯酸钠。但是许多年来牙科治疗应用的浓度是前者的 10 倍，通常由家用漂白剂（腐蚀性很强，pH 约为 12）配制而成。体外研究表明，0.5% ~5% 次氯酸钠溶液均有同样的消除根管感染作用，其抗菌效果无明显差别。低浓度次氯酸钠可有效杀灭牙龈类杆菌和厌氧链球菌，但活性会快速下降，而高浓度（2.5% ~5%）次氯酸钠的清洁和消毒效果均较 0.5% 的好，但体内毒性大，会刺激和影响生活组织。因此，有学者建议用 0.5% ~1% 的次氯酸钠频繁大量地冲洗根管，既达到消毒作用，又避免损伤根尖周组织。表 10-2 比较了一组有抗菌作用的根管冲洗液的体内毒性。从表 10-2 中可看到各冲洗液的毒性随稀释倍数增加而降低。

表 10-2　以微生物外渗的染色剂量表示几种抗菌剂的毒性作用
（无炎症的对照组含 2～3μg 的染色剂）

原溶液的稀释	原溶液的药名和浓度							EDTAC
	2%碘化钾	樟脑酚	甲醛甲酚	肌氨酸	樟脑对氯苯酚	1%NaOCl	0.1%杀藻铵	
1:02							–	–
1:04						35.6±2.2	–	–
1:08	27.0±2.6	–				10.5±1.1	13.0±1.0	13.1±1.2
1:16	26.9±3.0	–				8.9±0.6	3.5±0.4	8.2±0.4
1:32	2.9±0.3	–	21.5±2.0			5.6±0.2	2.2±0.3	1.6±0.2
1:64	3.3±0.4	33.8±3.1	21.6±0.8			3.2±0.4	–	1.7±0.3
1:128	1.6±0.2	16.1±1.4	15.7±1.0	29.7±2.2	33.4±2.7			
1:256	1.6±0.1	2.1±0.1	17.0±3.5	19.9±2.2	28.2±2.4			
1:512	1.1±0.1	1.1±0.1	11.1±1.7	12.2±0.8	23.0±1.8			
1:1024	–	–	4.5±0.9	0.5±0.2	1.9±0.5			
1:2048	–	–	1.6±0.4	–	–			

（二）根管消毒剂

如果治疗中能保持良好的无菌环境，活髓牙的根管治疗应该一次完成，髓腔也不需要进一步的抗菌治疗，因为每次封药都存在暂封物渗漏的问题。活髓牙一次性根管治疗的缺点是根尖周组织的出血不易控制，而大多数根管封闭剂与潮湿的牙本质粘接不好，故止血是必要的。对于出血不能完全控制的病例，有学者认为根充长度短于创面 2～4mm，也可获得较好的效果。

对牙髓坏死的病例，即使无根尖周炎，或 X 片无法判断是否有根尖周炎，也要高度怀疑牙本质感染。即使有仔细的机械预备和抗菌液的冲洗，一次就诊也很难去除髓腔的感染。因此，牙髓坏死病例的治疗至少要有 2 次，在髓腔中放置抗菌剂以杀死残留在根管内的细菌及其代谢产物，减少对根尖周组织的损害。这种在两次就诊间应用抗菌剂，通常叫"根管消毒"。

传统的根管消毒剂是苯酚及其衍生物，如对甲氯苯酚、甲酚和肌氨酸。苯酚的抗菌原理是无选择地使细胞蛋白变性，有毒性和生物不相容性，不再适用于当代生物学原则的牙髓治疗。卤素族的抗菌剂如碘和氯是强氧化剂，可抑制细胞的酶系统，使细胞失去活性，抗菌效果好，而且对组织的损害小。碘化物如碘化钾和氯化物如氯胺等是目前常选用的抗菌剂。

自 1920 年以来，氢氧化钙糊剂已被应用于各种牙髓治疗中。其中应用较成功的是作为盖髓剂和牙髓切断术后的断面覆盖剂，以及活髓或死髓牙齿的根管内封药。常温下氢氧化钙悬浮液中只有 0.17% 的 $Ca(OH)_2$ 水解为 Ca^{2+} 和 OH^-，糊剂中的大多数 $Ca(OH)_2$ 是不溶解的，因此可在根管内长时间保存。有研究表明 $Ca(OH)_2$ 最好的溶剂是水，在其他溶剂如甘油中的抗菌作用较差。通常建议将 $Ca(OH)_2$ 粉末与苯酚衍生物混合，以减少自由离子 OH^- 的量；将它与对甲氯苯酚混合可形成钙对氯苯酚；将它与甲酚混合形成甲酚钙和乙酸。氢氧化钙接触空气后形成碳酸钙，这是一个缓慢的过程，可能需要好几年。碳酸钙溶解度非常低，在细腻的氢氧化钙糊剂中很易发现颗粒状的碳酸钙。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

$Ca(OH)_2$ 作为根管消毒剂最大优点可能是它温和却有效的抗菌效果。原因是 $Ca(OH)_2$ 可以有效分解 G^+ 细菌的脂多糖（LPS）的脂肪部分。氢氧化钙糊剂是慢效抗菌剂，在体外至少要 1 天才能达到全效。临床上按照严格的治疗规定，大多数牙髓坏死的病例封 $Ca(OH)_2$ 糊剂 1 周后才能获得理想的消毒效果。操作时最好用螺旋充填器将 $Ca(OH)_2$ 糊剂导入根管内，以便糊剂能到达根尖部。

五、根管充填

（一）根管充填的意义和效果评价

牙髓摘除、根管预备和髓腔消毒后，须保护根尖部分的伤口避免进一步的损伤。生活的牙髓切除后形成的断面是牙髓组织；坏死牙髓去除后，断面是根管内的肉芽组织或内生的牙周组织，这些组织都不能形成上皮覆盖来愈合断面，因此需要永久的覆盖材料保护组织断面。这个创面覆盖的操作过程叫根管充填，功能相当于植入体，因此材料必须符合植入材料的基本生物学要求。

根管充填的另一个重要作用是保护根尖周组织免受细菌感染。口腔中有大量的病原菌，因此要求根充材料必须能永久可靠地封闭根尖。细菌是引起根尖周炎的主要原因，但并不一定是细菌本身通过根充材料到达根部，其代谢产物同样可以引起炎症。所以，即使根充只有非常小的渗漏，根管冠部的细菌产物都可能到达根尖周组织。研究发现大多数病例不可能获得根管各个部分的完全密封，但根管与口腔和根尖周组织的联合密封可足够有效地阻断细菌及其产物的通道。

在评价根管桩核的固位效果时，应考虑可能存在根管封闭不严密的情况。因每次从根管内去除根充材料，根尖都存在再感染的可能，因此所有根管内桩核固位都应该在有橡皮障隔离的条件下完成。由于大部分冠修复体存在渗漏，不应过分强调根充长期可靠的预后效果。多项研究结果表明，根充后未行冠修复的患牙存在冠部渗漏的危险性。实验研究在体外以细菌和人工唾液作为刺激条件，发现不到 1 个月就有细菌的酸性产物进入根管。认为这一结果与根充的不足关系不大，而是细菌产酸的作用结果。即使是非常弱的酸也能有效地溶解牙胶尖和大多数封闭剂的主要成分－氧化锌。临床治疗环境中的细菌浓度和底物是否足以引起这种酸的侵入目前尚不清楚，但是，临床上洞型封闭不严可能导致菌斑的形成和氧化锌的溶解是肯定的。

影响根管封闭能力的另一个因素是牙的咀嚼力所致的牙根变形。此外，牙胶尖也随时间的推移逐渐变脆，大多数封闭材料硬且脆，不能与牙本质和牙胶尖良好粘接。这些因素长期的联合影响将降低冠根部充填物的封闭能力。

（二）根管充填方法

根管充填有两种基本方法。一种是用制成适合根管形状的固体材料与封闭剂或水门汀完成根管充填；另一个方法是糊剂样的软材料充填后变成适于根管形状或可塑性材料充填后硬化。

第一种方法最常见的是固体牙胶尖与水门汀或其他根管封闭剂联合应用。这种方法可以用单根牙胶尖，根管预备时尽量与牙胶尖的形状一致；也可以用一根主牙胶尖联合副尖完成根管充填。第二种方法可单独应用树脂类根管封闭剂如 AH26 或 Ketac-Endo 完成永久性根充，或将牙胶加热后充填根管。两种方法在牙胶尖固化时都有轻微的收缩

(约2%)。

目前临床上有许多简便、容易操作的混合型充填材料。这些材料都是以牙胶为主要成分，不同的是将牙胶导入根管的方法。目前的应用趋势包括热牙胶注射技术和在牙胶尖中加入更坚硬的支架材料。大多数混合型材料的充填需要将根管预备成一定的形状，因此，在应用混合型材料充填以前必须完成所需的根管预备技术。

可塑牙胶尖可以是成型的牙胶尖放入根管内加热后垂直加压充填，或是用注射器将已经加热的牙胶尖注入根管。Ultrafil 系统可将牙胶尖加热 70℃ 后加压注入预备好的根管；类似的 Obtura 系统将牙胶加热到更高的温度（150℃ ~200℃）。Ultrafil 系统是一种充填系统，而 Obtura 系统更倾向于牙胶输送系统，常用于垂直加压充填技术。还有将牙胶放在机械压缩机中，利用摩擦热加热牙胶如 Quickfil。

Thermafil 装置由一加热炉、内插带柄塑料轴的牙胶尖及封闭糊剂组成，操作时将牙胶尖放入炉中加热软化后插入根管至工作长度。

（三）根管充填材料

1. 牙胶　牙胶是目前应用最广泛的根管充填材料，因牙胶没有粘接性，不能封闭根管壁的牙本质小管，因此，需要封闭剂或粘固粉糊剂的联合应用。

1843 年 Jose D'Almeida 首先在英格兰皇家亚洲协会（Royal Asiatic Society of England）上推荐使用，19 世纪后期开始用于牙科。牙胶是蒂巴因树干燥的汁，基本成分为 1，4-聚异戊二烯（杜仲酸），比天然橡胶硬和脆，弹性更小。牙胶的线性聚合物在特定温度下溶解，引起结构发生随机的但不同的变化。其晶体有 α 和 β 两型，区别在于分子的重复距离和单键形式。α 型是天然的树产品，用于根充的牙胶属 β 型，加热时牙胶发生变形，57℃时成为无定形状态，64℃以上变软。牙胶易溶于氯仿或氟烷。

临床操作时通常要挤压牙胶，但没有加热时挤压牙胶是没有用的，正确的做法是将牙胶尖尽可能充满根管。

临床使用的牙胶尖含聚异戊二烯仅 20%，60% ~70% 是氧化锌，树脂、蜡或松香和硫酸钡约占 10% ~20%，具有 X 线阻射的特点。

2. 银尖　银尖含有 0.1% ~0.2% 的微量元素如铜或镍，通常有腐蚀性。腐蚀性的另一个因素是金属修复体和桩核可能与银尖一起产生电化学腐蚀。银的腐蚀产物有剧毒可引起组织损伤，现已很少使用。

3. 牙胶尖和银尖的标准　与根管预备器械一样，牙胶尖和银尖也有国内和国际标准。主尖的标准与 K 型根管预备器械的类似，但根管器械（如 K 型锉）的允许误差是 ±0.02mm，而牙胶尖的是 ±0.05mm，因此锉和根充材料的大小不完全相符。副尖则分为小、中小和中号三种。

4. 根管封闭剂　根管封闭剂多是适合牙髓治疗的氧化锌粘固粉，用丁香油调和成糊状。颗粒非常细小的氧化锌可加强粘固剂的流动性，同时有足够适合操作的凝固时间。此外，可在粘固粉中加入其他化学成分来增强其性能，如加入松香或加拿大树胶可增加其粘性，加入多聚甲醛可增强抗菌和干髓作用，加入皮质类固醇有抗菌消炎作用，加入局麻药有止痛作用。氧化锌本身可有效抗菌并保护组织细胞。

松香来自一种松树，由约 90% 的树脂酸和挥发或不挥发成分，如萜烯乙醇、乙醛和羟基化合物组成，其余是树脂酸属羧酸类，基础分子式为 $C_{20}H_{30}O_2$。树脂酸是两性分

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

子，碳基团是亲脂性的可影响细胞膜的类脂，因此树脂酸有强的抗菌作用。树脂酸的作用原理与季胺化合物的类似，即通过增大细胞膜的通透性来影响细胞。尽管这些材料都存在细胞毒性，但氧化锌和树脂酸的复合物是有益的。氧化锌的抗菌作用和牙胶尖与其他封闭剂的应用可保持长期的抗菌效果；树脂酸有抗菌和细胞毒性作用，但是与氧化锌合用就有显著的细胞保护作用。树脂酸和氧化锌在某些条件下可反应，形成只微溶于水的树脂盐。氧化锌丁香油水门汀的凝固是物理化学联合过程，即氧化锌包埋在锌丁香油中形成化合物。氧化锌的颗粒大小、pH、水和一些配方中的其他附加成分均可调节凝固时间。丁香油化合物的形成可使水门汀硬化，凝固物中仍有游离的有刺激性的丁香油。一些常见的氧化锌丁香油封闭剂是：Rickert 封闭剂、Tubli-Seal 封闭剂、Proco-Sol 封闭剂和 U/P-Grossman 封闭剂等。氧化锌丁香油封闭剂随着时间推移，在体内溶解释放丁香油和氧化锌而使体积减少，加入树脂酸可显著降低这种溶解。

过去，一些封闭剂中常加入甲醛，如 Endo-methasone 和 N_2 封闭剂。现代的观点认为，任何封闭剂中加入这类附加剂都是不可取的，因为甲醛会增加丁香油的毒性并阻止和延缓组织愈合。

Chloropercha 根管封闭剂由牙胶和氯仿组成，使牙胶更适合根管形状，但没有粘接性。Kloroperka N-Φ 封闭剂，含有树脂和加拿大树胶，粘接性较好。大多数含氯仿牙胶的封闭剂最常见的问题是氯仿挥发后的收缩。加入氧化锌，可减少收缩和增强 X 线阻射。还可在氯仿中加入 5% ~8% 的松香，松香-氯仿冲洗液冲洗根管后留下粘性物质，这些物质与牙胶结合起封闭剂的作用，其收缩小于热牙胶充填。

Sealapex、CRCS 和 Apexit 等含氢氧化钙的封闭剂现已用于临床。由于氢氧化钙必须分解成 Ca^{2+} 和 OH^- 才有治疗作用，而封闭剂中的氢氧化钙分解后必然导致体积减少，造成空隙影响封闭效果；而且这种封闭剂的粘接力很弱。目前没有任何客观的证据证明氢氧化钙在根管充填中有特别优点。

最新的几种封闭剂均为聚合物，常见的有 Endofill、AH26 和 Diaket 封闭剂。其中 AH26 是一种环氧树脂，最初用作根管充填材料，由于具有操作简便、流动性好、牙本质壁粘接性和有足够的工作时间，目前已成为欧美国家临床广泛应用的封闭剂。

第五节　根管治疗术

详见第十一章。

第六节　组 织 反 应

牙髓摘除或去除坏死牙髓手术可引起术区组织暂时的炎症反应。残余牙髓或根尖周组织对牙髓治疗有多方面的反应，临床研究结果表明，手术技巧、选择的器械、牙髓切断位置、覆盖剂的类型和无菌术均可影响最初的炎症。其中，手术造成的组织损伤，以及抗菌剂和根充材料引起的化学损伤是最主要的问题。因此，临床操作应尽可能有利于组织愈合。

一、器械的选择

器械的选择对根尖周组织影响方面的研究一直受到关注。但判断其长期效果较为困难，因为根管材料、无菌技术和冠修复都可能影响术后根尖周组织的愈合。目前认为对于牙髓摘除术，临床最缺乏的是可精确切断根尖部牙髓组织的器械——牙髓刀。

炎症最初常发生在根尖硬组织吸收和沉积后，根尖区重建的强度和方向取决于细菌曾经进入的途径。有学者通过观察牙髓治疗的成功率发现，如果是活髓牙，最理想的牙髓切断的位置是 X 片上离根尖孔 2mm 处。大多数组织学研究支持这种结论，但是也有一些临床研究认为，遗留更长的牙髓也不会影响愈合。牙髓的根尖部分和根尖周组织对非感染性损伤的抵抗力很强，因此最初根尖部牙本质和牙骨质发生吸收时，为牙髓摘除术中损伤根尖部牙髓提供了修复通道，活髓形成的骨性牙本质将剩余活髓和充填材料隔离开来。大多数情况下，受损的牙髓组织可重建循环，并由结缔组织取代。如果牙髓已经坏死，则被根尖周结缔组织取代。当根尖吸收停止时，牙骨质将形成并替代已吸收的牙本质进一步封闭髓腔。

临床和动物实验结果均表明，在牙髓摘除术中根管过度器械预备的病例，只要根管恰充就能获得良好的根尖修复。如果牙髓摘除后根管未充填，可形成慢性炎症组织无法修复。有学者认为完全摘除牙髓后，完成比器械预备的长度短几毫米的根充并在根管内遗留血块，可提高根尖的修复。如果牙髓断面没有细菌感染，器械预备后的根尖组织有很强的再生修复能力。

二、抗菌剂和化学试剂

牙髓治疗中经常应用抗菌剂作为根管预备时的冲洗液或直接用于根管内封药。大多数抗菌剂具有组织刺激性，因此选择合适的抗菌剂必须要平衡利弊。

现代牙髓学认为，根管的机械预备不能完全去除残余牙髓和牙本质碎屑，有效的冲洗是进一步的补充。临床常使用生理盐水、次氯酸钠、季铵盐化合物和 EDTA 作为根管冲洗液。生理盐水冲洗由于对根尖组织无损害而在临床应用广泛，但是盐水本身并没有清洁或分解蛋白的作用，因此，生理盐水不是根管机械预备中理想的冲洗液。次氯酸钠是目前最常用的根管冲洗液，它在任何浓度下均可分解蛋白，但最有效的浓度仍然有争议。最初的浓度为 0.5%，1788 年法国化学家第一次将其用于消毒后一直沿用至今。当北美牙髓牙科医生治疗时浓度迅速增大为 5%，这一浓度的毒性比 1% 或 0.5% 的大得多，但抗菌效果并没有提高。因蛋白分解作用依赖于自由氯的含量，低浓度频繁冲洗也可达到高浓度冲洗同样的效果，同时低浓度次氯酸钠对许多病毒也有抑制作用。临床实验显示，器械预备后 0.5% 和 5% 次氯酸钠冲洗的效果相同，高浓度的毒性更大且对接触组织有刺激性。目前认为 0.5% ~1% 的次氯酸钠已经足够，而且其 pH 值接近中性，中性次氯酸钠溶液的抗菌作用最好，对组织的刺激性也最小。胺季盐化合物也叫阳离子去污剂如 0.1% ~1% 新洁尔灭和氯己定，因为无臭无味和使用简便临床上也比较常用，其抗菌原理是作用于微生物带阴电荷的细胞壁，改变其渗透性 G^+ 菌比 G^- 菌更敏感。

根据以往的研究，牙髓坏死的病例进行根管预备和冲洗后，如果诊约间根管内没有封抗菌药，细菌会在复诊期间迅速繁殖。因此，长期以来，临床上选用各种抗菌剂作为

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

根管封药。最常用的抗菌剂是酚类或其衍生物，如对甲氯苯酚和甲酚。苯酚和对甲氯苯酚常与樟脑混合，以减慢苯酚释放从而在某种程度上减小腐蚀性；常将甲酚与甲醛混合形成甲醛甲酚。所有这些化合物无选择性地凝固细胞成分，具有很强的组织刺激性和强毒性，可造成所有与之接触的组织坏死，表 10-2 列举了一组根管内抗菌剂的体内毒性。一项对樟脑酚和樟脑对氯苯酚临床抗菌效果的研究结果显示，它们的抗菌作用有限。由于毒性大，抗菌效果有限，苯酚化合物不适合于根管内消毒。

氢氧化钙糊剂被证明是有效的根管内抗菌剂，糊剂组织相容性好且可作为结缔组织长人牙髓的支架。牙髓摘除术后氢氧化钙使根尖组织以硬组织的形式愈合。

碘化钾可用作根管内抗菌剂，水溶液浓度 2% ~10%，是高效广谱且相对低毒性的抗菌剂。但是作用时间短，因此不适合超过 2 天的根管消毒。

三、充填材料

根充材料在结缔组织中相当于植入体的作用，因此选择材料时不仅要考虑其技术因素，还要考虑结缔组织的反应。牙胶是最常用的根充材料，毒性很低。根管封闭剂是充填材料中含有毒性的部分，最常用的封闭剂是氧化锌丁香油水门汀，其他有聚合物、玻璃离子和氯仿牙胶等。

氧化锌丁香油粘固粉对结缔组织的毒性通常是由释放的丁香油引起，根管充填后丁香油的释放逐渐减少，因此毒性也随之降低。氧化锌是封闭剂的有效成分，它可有效抗菌和保护组织细胞。大多数氧化锌封闭剂加人了松香，增加了粘接性并降低了水门汀的溶解性。松香中约 90% 为树脂酸，树脂酸有抗菌和细胞毒性作用，但是与氧化锌合用却有显著的细胞保护作用。

目前常用的几种封闭剂中丁香油已经被毒性较低的溶剂取代，如 Nogenol 和 Canals-N。Nogenol 与传统的氧化锌封闭剂相比毒性明显减小。

聚合物材料作为封闭剂的有 AH26、Diaket 和 Endofill。与大多数封闭剂类似，新配制的 AH26 有较大毒性，凝固后毒性迅速降低，24 小时后毒性最低。毒性产生的原因是化学凝固时释放了少量的甲醛，短暂释放的甲醛的量比含甲醛的传统封闭剂如 N_2 低几千倍。其他常用的聚合物类材料是 Endofill 和 Diaket。Endofill 是硅树脂类封闭剂，开始的毒性相当小，凝固后毒性进一步减低。Diaket 是聚酮化合物，含有乙烯聚合物，与氧化锌和磷酸铋形成粘接性封闭剂，在体外毒性很强，可引起组织的大面积坏死和长期刺激性。

Sealapex、CRCS 和 Vivadent 是常用的氢氧化钙封闭剂。氢氧化钙的效应源于其水解产物 Ca^{2+} 和 OH^-，所以任何含氢氧化钙的封闭剂必须要溶解后才有生物学作用。这一过程将分解组织，引起慢性炎症，最终影响含氢氧化钙封闭剂的选用。

Ketac-Endo 是一种改进的玻璃离子粘固粉，可用于牙髓治疗，它的组织刺激性很小，体外的毒性也很低，然而较少作为封闭剂用于临床。

氯仿封闭剂如松香-氯仿、Chloropercha 和 Kloroperka N-Φ 较为常用。Chloropercha 由白色牙胶和氯仿组成，其毒性来自氯仿。松香氯仿含 5% ~8% 松香，这些松香具有毒性，当氯仿挥发或吸收后，树脂有持续的刺激作用。Kloroperka N-Φ 粉含 20% 牙胶和 50% 氧化锌，剩余成分为加拿大树胶和松香，氯仿挥发后，松香和加拿大树胶使封闭剂有刺激性。

但是与氧化锌合用在临床上有明显的细胞保护作用。

根充材料通常是具有毒性，但是应尽可能区分毒性较大的材料和毒性较小的材料，以减少对剩余牙髓和根尖周组织损害的强度和（或）时间。当化学性坏死发生时，如果伤口断面没有细菌，刺激强度减轻则组织可以修复。材料微粒被吞噬过程可能产生组织的刺激，但是不会扩大病损。

含多聚甲醛的材料和封闭剂不是根尖周骨破坏的直接原因。但当组织处于有菌状态时，化学坏死为细菌扩散提供了适合的环境，引起组织广泛坏死的材料，不论是根管内或是超填的材料都可能造成牙髓治疗失败。因此，治疗中时要注意正确应用无菌术和抗菌术及尽量使用组织损害小的材料。

（凌均棨）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十一章 根尖周病的牙髓治疗

Therapeutics for Apical Periodontitis

临床治疗的基础在于了解和确认引起疾病的因素和临床病理特点。细菌是根尖周病关键的致病因素，因此根尖周病的牙髓治疗应该看作是对微生物学问题的临床处理。

随着厌氧菌培养技术的发展和应用，越来越多的研究表明，厌氧菌是感染根管内的优势菌。目前，从口腔中可分离到30多类菌属，300多菌种。牙髓坏死后，这些正常菌群都有可能进入根管并参与感染。但是，感染根管内只能分离出有限的口腔菌属，这提示根管是一个特殊的环境，在感染发生过程中，根管局部微生态失衡状态下菌群失调可能是发病的重要因素。这当中存在细菌组成比的改变和细菌相互作用等生态失调因素，其中某些菌在根管内繁殖更快，或毒力更大，可能组成优势菌群而致病。

感染根管的动力学研究显示，根管感染3个月或更长时间后，随着时间延长专性厌氧菌比例上升，并超过兼性厌氧菌数目。根管内明显缺氧的环境和某些细菌的代谢产物可能在厌氧菌群的比例发展中起重要作用。根管内细菌的营养来源也很重要，可以来自口腔、分解的结缔组织、其他细菌或根尖周组织液，厌氧菌可利用残余组织和血清蛋白作为营养。混合菌群的生长依靠食物链，即任何一种细菌的代谢产物都可能为其他细菌提供必需的营养。根管感染通常是厌氧菌占优势的多种细菌的混合感染，因此根尖周病的牙髓治疗，必须直接去除细菌及其营养来源才能成功。

临床研究表明，根充后根管内仍持续有细菌，治疗就很可能失败，成功率取决于根管清理、消毒和充填的质量。在一些情况下，细菌可被根充材料包埋或失去了营养来源而清除。但是，根管内剩余的细菌是根尖周病病变加重或不愈合的潜在因素。因此，根尖周病的牙髓治疗的主要目的是彻底清除根管内的所有细菌。

第一节 治疗原则和治疗方法

根尖周病的治疗原则是解除病痛，治愈根尖周病变，修复缺损，保存患牙，恢复功能。主要治疗方法有根管治疗术和根管外科治疗技术。根管外科治疗技术详见第十二章。牙髓治疗失败后的根管再处理在本章一并介绍。

随着社会的发展，人民保健意识的不断提高以及有关卫生方面的法律不断完善，为了避免医患之间产生不必要的纠纷，在进行根尖周病的牙髓治疗前，除根据患者的生理状态、心理状态和患牙本身的状态判断患牙是否有治疗的必要和选择适当的治疗方法外，还需做好充分的准备工作，加强医患之间的有效交流，如向患者简要介绍病情、治疗方法、疗程、大概费用和可能发生的并发症及预后，必要时签署术前协议书。而且，由于根尖周病是感染性疾病，治疗的目的是消除感染和防止再感染，因此治疗时必须保持无菌，防止根管的进一步感染。有效的方法是消毒术区、安置橡皮障和应用无菌器械（参见第十章第四节）。

根管治疗术（root canal therapy）是目前国际上公认首选治疗根尖周病的一种方法，通过清除髓腔尤其是根管内的炎症牙髓、感染牙本质、细菌及其代谢产物等，并进行适当的根管消毒和严密的三维充填，以去除根管内容物对根尖周组织的不良刺激，促进根尖周病变的愈合。根管治疗包括三个大步骤：根管预备、根管消毒和根管充填。

第二节 根管预备

根管预备包括根管清理（cleaning）和成形（shaping）。目的是彻底清除根管系统内的有机残渣、微生物、感染和不规则牙本质，成形根管至根尖部牙本质－牙骨质界处，并预备成遵循原有根管形态的流畅锥形，以适于充分的冲洗，有效的消毒和严密的三维充填。目前临床上均采用不同的机械切削和化学药物冲洗来完成根管预备。

一、根管清理

（一）手用器械清理根管

手用器械扩锉配合盐水冲洗根管的清理效果一般。未使用厌氧菌培养技术的早期研究报道，20%～30%的感染根管，初诊后细菌培养为阴性。经厌氧菌培养发现，根管内的细菌虽明显减少，但无一例为阴性。根管清理前感染根管内的细菌数在 10^2～10^6 之间；手用器械扩锉配合 6～10ml 盐水冲洗每个根管细菌数目降低 100～1000 倍；几次复诊反复扩锉根管后，也只有小部分初诊时细菌数目少的感染根管内的细菌可被完全清除，大多数根管内的细菌数目与第一次复诊时无显著差异，而且，多次复诊后的细菌培养结果显示根管内未见明显持续的特殊细菌感染。因此，有学者认为多次复诊反复扩锉根管，但只配合盐水冲洗的临床意义不大。

手动器械预备和生理盐水冲洗根管的扫描电镜研究显示，仅根管冠 1/3 和中 1/3 部分松动碎屑（debris）能被清除，而器械切割和研磨根管时形成于根管壁上的玷污层（smear layer）和根管尖 1/3 部分碎屑依然存在。有学者比较手用器械分别采用标准法、逐步后退法和逐步深入法预备根管的根尖清理效果，发现逐步后退法的根尖清理效果最差，且易形成根尖阻塞，差别有统计学意义。分析原因认为可能是由于逐步后退法是通过减少根尖预备的最大号数（即主头锉的号数）来减轻根管尖端外侧壁的过度切削，如大部分弯曲细小根管根尖预备的最大号数通常仅为 25 号，使根管冲洗液不能有效进入根尖部发生作用。也有学者比较采用不同器械、技术和冲洗液的根管清理效果，认为根管清洁程度取决于根管本身的形态和冲洗液的使用，与采用何种器械无关，因无论何

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

种器械，在扩锉根管的弯曲部位，尤其是弯曲部位近根尖1/3时均不同程度作用受限，从而影响锉带出碎屑的能力，建议临床上适当增大根尖预备号数和加大冲洗用量以促进化学清理作用。

（二）机用器械清理根管

机用器械预备根管比手用器械更快更省力，但是根管上2/3与根尖部的预备是不同的，因为机械预备根尖部有可能会把碎屑直接推向根尖或侧支弯曲根管，而且清理效果不好。所以根尖部的机械预备不值得推荐。新材料如镍-钛的发展为机用器械预备弯曲根管带来了新希望。这类金属大大提高了器械的弹性，从而减少了弯曲根管预备过程中并发症的发生。

另一种机用根管器械Gates-Glidden钻一方面可减低根管的弯曲程度，间接提高根管的清理效果；另一方面可大大提高根管锥形，有利于根管冲洗、消毒和充填。

（三）超声波和声波器械清理根管

超声波（ultrasonic）和声波（sonic）根管预备技术是利用超声能或压缩空气所产生的一种高频机械能使器械在根管内进行高频振荡切削，协同冲洗系统有助于根管清理。超声波是声波能量频率高于人的听力范围的声波（>20kHz），牙髓治疗中多采用20~50kHz的超声波，如超声洁牙机、多功能超声治疗仪和专用于根管治疗的超声根管治疗仪。各种超声仪都配备有冲洗装置，可选择不同的冲洗消毒液如次氯酸钠，经超声手机在超声锉振动时保持冲洗达到清洁根管和抗菌的目的。

超声波清理根管的原理有两方面。一方面是由于超声能量使根管锉高频振荡，活化了根管内的冲洗液，产生了空化效应，化学效应和热效应，这些效应协同作用的结果，加上冲洗液本身的机械冲洗、杀菌和溶解有机碎屑的作用均有助于清理根管，同时超声锉的切削作用，去除了根管内的感染牙本质。第二方面是超声锉以高频和较低的振幅在根管内液体环境中振动，锉周围形成超声流，而且，这种超声流可进一步增强冲洗液的作用，因为冲洗液可在根管内持续流动，破坏细菌并将碎屑从根管壁冲下。有学者认为超声流在根管清理中起主要作用。

目前人们对超声波在去除根管玷污层和碎屑中的有效性仍有分歧，有学者认为超声波预备可提高次氯酸钠溶解根管有机物的能力，比传统手用器械预备清洁根管和去除玷污层更有效。另有一些研究则提示，超声波去除玷污层的效果一般或较小，去除碎屑的能力也不确定。一些报道发现与手用器械预备的根管清理效果无显著区别。这些差别可能是因为根管清洁能力的标准不同。但有一点结论一致，即超声波在根管的上中部分清理效果较好，对根尖部分的玷污层和碎屑去除没有效果，这是因为锉与根管壁接触限制了锉对根管壁的作用，大部分转化的能量被吸收。

对超声在根管内杀菌作用，Martin在1976年就有报道，他将根管内常见的四种细菌（金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、粪链球菌和轻链球菌）接种到离体牙根管内，超声预备根管后，定量分析其杀菌作用，结果表明，单独应用超声可减少根管内细菌的数量，与杀菌剂（如5.25%次氯酸钠）联合应用杀菌效果更显著。Cunningham等于1982年选用枯草杆菌芽胞作为菌种，在离体牙根管内行超声与常规手用扩大器械杀菌作用的对照研究，结果显示，超声组根管内的细菌数量较手用扩大器械组明显减少。王晓仪等将感染根管内几种常见的微需氧菌和绝对厌氧菌粪链球菌、内氏放线菌、消化链球菌和

产黑色素类杆菌作为实验细菌，结果证实了超声在根管内杀菌作用的有效性，同时发现超声的生物效应随超声工作时间延长而增强，单独使用输出功率为15W的超声，其根管杀菌作用最佳效果发生于超声处理的第4、5分钟。

声波根管器械（Sonic endo instruments）是在人的听力范围内（<20kHz）产生机械振动。与超声波发生装置不同，声波装置是依靠压缩空气使根管锉产生振动。可以直接安装在普通牙科综合治疗台上使用，价值低廉。自1985年开始被应用到各种相关研究中，因根管预备方法和冲洗液不同，报道的清理根管效果结论不一。

笔者于2001年着手声波器械的根管清理和成形能力的实验室研究。首先，将声波手机（Endo Sonic Air 1500，Micromega，法国）和配套声波锉（shaper sonic files）接于涡轮机工作端，在三种不同冲洗条件下进行根管预备，与超声波根管器械比较，扫描电镜结果显示，声波组和超声组以蒸馏水和综合治疗台出水作为冲洗液时，根管清洁程度无差异，玷污层去除均不理想，两组均可观察到部分遗留的未被处理的根管表面，尤其是根管壁有凹陷者。而使用2.5%次氯酸钠或与17%EDTA合用作为冲洗液的则根管碎屑明显减少，玷污层分数降低，根管冠、中1/3部分的玷污层薄，范围小，分数无显著性差异，但声波组根尖1/3差于超声波组，低倍扫描下可见碎屑与玷污层形成了平行的波带。分析原因可能是：①虽然超声波与声波都是机械振动的能量在弹性介质中传播所形成的，但超声波的波源振动频率高，为20~500kHz，超声波高频振荡在液体介质中产生的空化效应，热效应协同冲洗液的杀菌作用。声波的频率小于20kHz，低频振荡在液体介质中不能产生空化作用而使大量液体小泡崩溃，故产生的热效应不足以增强次氯酸钠溶解组织的能力。②两者的振动模式不同，超声锉为横向振动，而声波锉尖端在水平面作环形运动，管壁有可能限制器械的运动而不能较好地发挥搅动效应和声流作用。因此建议临床声波器械使用逐步深入法，并可适当增大根尖预备直径以更好地发挥其荡洗功能，加强对根尖区碎屑和玷污层的清除。

此外，本实验在使用声波与超声波小号锉在充满17%EDTA的根管内荡洗2分钟，结果显示两器械去除玷污层效果近似，说明两者振动频率的差异并未影响EDTA发挥作用。但超声组部分区域可观察到小管内壁牙本质和管周牙本质过度脱矿蚀刻（erosion），并有多个小管融合。可能因为由超声锉的超声能转变为热能后，促进化学反应，整合剂不仅结合玷污层中的Ca^{2+}，也与单层磷灰石中的Ca^{2+}形成金属螯合物，管周牙本质脱矿变软，尤其是羟磷灰石含量降低，因此，提示临床上为避免EDTA造成的有害影响，作用时间不可过长，且与超声波结合使用时不必根管荡洗，根管预备完毕后冲洗可能已足够，而声波锉在EDTA液中荡洗2分钟，除去玷污层栓层效果理想且未见对根管产生有害影响。

二、根管预备器械的切削方式

（一）扩大法（reaming）

扩大法是指顺时针方向旋转器械进行切削的方法。旋转力和旋转角度过大时，器械容易折断，尤其是不锈钢根管预备器械。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（二）锉法（filing）

锉法是将器械插入根管内一定深度再向冠方或根管侧壁提拉器械的方法。如果采用的器械具有较强的切削效力（如 H 锉），器械易在根管内形成台阶，尤其是在根管弯曲段，会过度切削弯曲侧的牙本质。

（三）旋转提拉法（turn and pull）

旋转提拉法是扩大法和锉法的结合。器械进入根管后顺时针方向旋转 1/4 圈再向冠方提拉退出器械。

（四）捻法（watch-winding）

捻法类似上手表发条的方法。即顺时针方向旋转器械不超过 1/4 圈，再逆时针方向旋转器械不超过 1/4 圈。这种方式的切削效率、成形效率和安全性均较高，临床应用较多。

（五）平衡力法（balancedforce）

平衡力法是顺时针方向旋转器械 1/4 圈同时向根方加压使器械进入根管，维持器械操作长度不变，再逆时针方向旋转器械至少 1/3 圈（一般为 1/2 圈-1 圈）切削牙本质，最后顺时针方向旋转器械并向外提拉退出器械，带出切削的牙本质碎屑。这种方式的切削效率和安全性较高，尤其适用于弯曲根管的成形。理想的器械是 Flex-R 锉，其锉尖为抛物线形，没有切削功能，能引导器械进入弯曲根管的尖端，且有较大的柔韧性。

三、根管预备的基本技术

（一）常规法（routine preparating technique）

常规法也称标准法（standard system），是目前国内应用最广泛的一种手动根管预备方法。要求器械从小到大逐号依次使用，每根锉或扩孔钻均达工作长度，一般认为根管应扩大到较初尖锉大 3~4 号。这种技术在预备弯曲根管易造成台阶（ledge）、根管偏移（root canal transportation）、肘形根管（elbow）、根尖拉开（apical zip）、根管壁穿孔（perforatian）、根管拉直（straightening）、根尖区阻塞（apical blockage）及器械折断等并发症。（图 11-1）

（二）逐步后退法（step-back technique）

逐步后退法是针对弯曲根管预备而产生的一种技术，由 Mullaueg 在 1979 年首次提出，逐步后退法分三个步骤：①根尖段（根尖 1/3）预备：同常规法，即确定初尖锉后，依次增加器械至 3~4 个号数，每根器械均达工作长度，根尖段预备的最大号锉为主尖锉（master apical file，MAF）；②根中段（根中 1/3）预备：器械每增大一个号数，插入根管的长度减少 1mm，更换器械前用主尖锉插入根管至原工作长度，以消除逐步后退造成的台阶；③根冠段（根管上 1/3）预备：用 2~4 号 G 型钻预备至根管口处呈漏斗形。最后用主尖锉，略短于原工作长度，锉平根管壁。逐步后退法的最大优点在于不易造成根尖损伤，维持根尖部牙本质牙骨质界根尖止点（apical seat）的形态，防止超充。预备后根管上段呈漏斗状，便于根管充填。

（三）逐步深入法（step-down technique）

逐步深入法于 1982 年由 Goerig 等学者首次提出。逐步深入法亦分三个步骤：①冠部开通：是指牙冠表面至根管口这段距离的预备；②根中段预备：是指根管口至根中 1/3 和根尖 1/3 交界处的根管预备，用 K 锉或 H 锉插入根管至有阻力为止，以此长度用

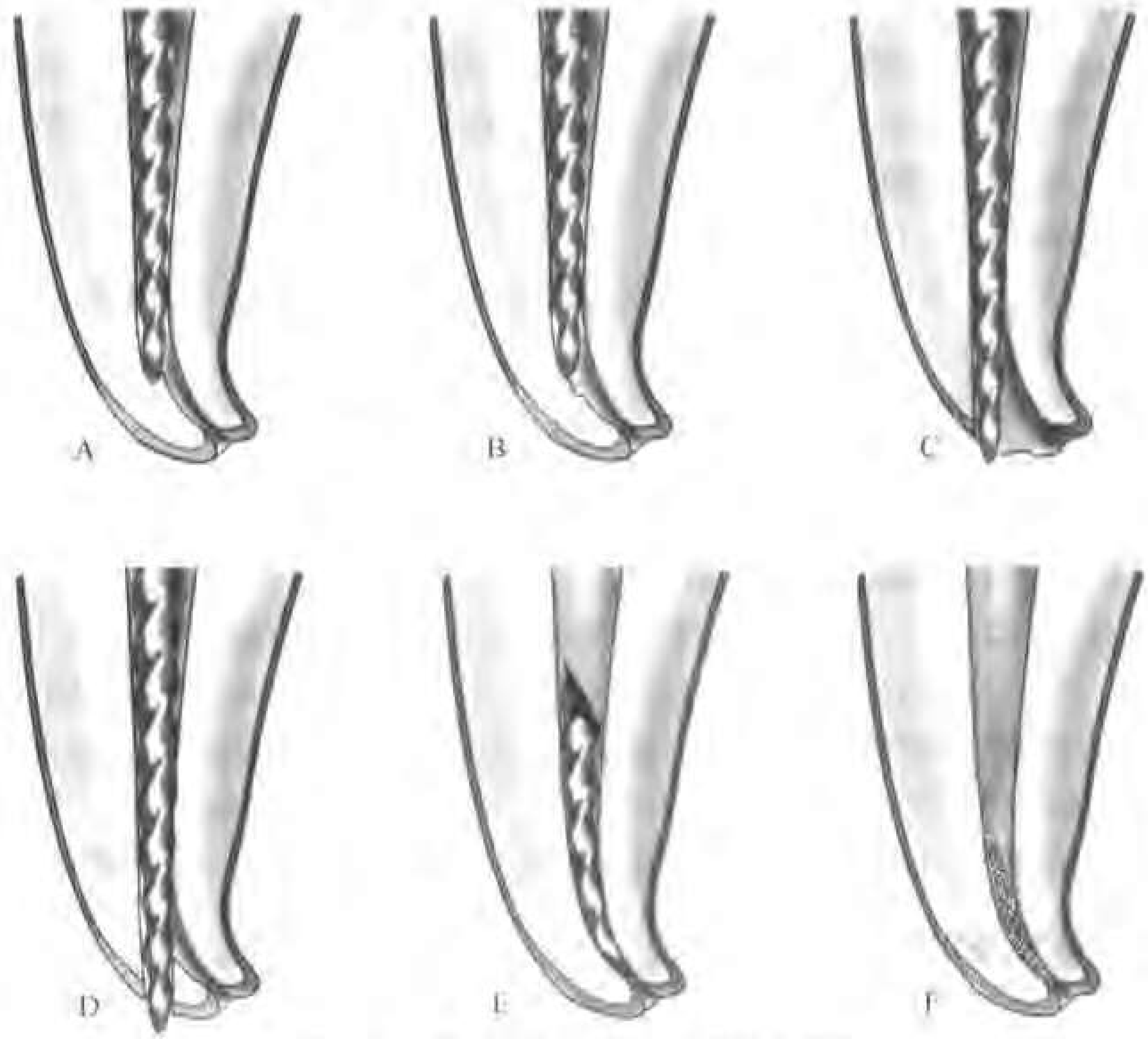


图 11-1 弯曲根管预备中常见的并发症

A. 台阶；B. 根管偏移；C. 根尖拉开和肘形根管；D. 根管壁穿孔；E. 器械折断；F. 根尖阻塞

提拉法预备根管至 25 号，然后换用 2～4 号 G 型钻以提拉动作预备根管上段，使之呈漏斗状；③根尖段预备：同逐步后退法根尖段预备。逐步深入法的优点是：先将到达根尖部分的通路变直，使根尖 1/3 的预备简单化，同时因根尖 1/3 预备前已去除了大量的感染牙本质等，在预备根尖 1/3 时由根尖孔推出的感染物减少，从而降低了根管治疗术中和术后的肿痛率。类似于逐步深入法的有冠根向无压力深入法（crown-down pressureless technique）或称 crown-down 预备技术。

（四）镍钛器械预备技术

镍钛合金器械的弹性系数小、弹性范围大、抗弯和抗断能力强，可减少根管偏移等并发症的发生，尤其适合弯曲根管的预备。镍钛器械有手用和机用两种，手用镍钛器械的预备方法与不锈钢器械类似，但操作时手感较差，且费时费力。机用镍钛器械预备根管因具有切削效率高、节省治疗时间等优点受到临床医生广泛推崇。目前常用的镍钛根管预备器械有 ProFile，LightSpeed，HERO642 和 Protaper 等系统，下面以后两种系统为例具体介绍。

1. Protaper 预备技术　Protaper 是由 Densply 公司推出的一种机用镍钛根管器械系统。由三支成形锉（shaping files）S_X、S_1、S_2 和三支修形锉（finishing files）F_1、F_2、F_3 组成，刃长 14mm。主要特点是每支锉的刃部锥度从尖部到冠部连续增大。成形锉 S_X、S_1、S_2 的尖端直径分别为 0.19mm、0.17mm、0.20mm，D_1 处锥度分别为 3.5%、2% 和 4%，S_X 锉的 D_9 处锥度为 19%，S_1 和 S_2 锉的 D_{14} 处锥度为 11% 和 11.5%；修形锉 F_1、F_2 和 F_3 的尖端直径分别是 0.20mm、0.25mm、0.30mm，D_1 处锥度分别为 7%、8% 和 9%，D_{14} 处

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

锥度分别为5.5%、5.5%和5%。Protaper 有较高的切削效率，操作过程中会带出大量的牙本质碎屑，因此建议每次器械退出时均应用有效的冲剂液冲洗根管，同支器械再次进入根管前应清洁。Protaper 预备根管时推荐使用的转速为250～350rpm，具体操作步骤如下：①根据X线片估计根管工作长度；②10号K锉探查根管上、中2/3部分后，用 S_1 进入根管至有阻力时退出；③S_X 敞开根管冠2/3，遇阻力时退出，以“刷”（brushing）的动作切削冠部牙本质；④10号K锉进入根尖部，确定根管工作长度；⑤S_1、S_2 达工作长度，预备根尖部；⑥用修形锉 F_1、F_2 和 F_3 完成根管预备：F_1 达工作长度退出，然后用20号K锉进入工作长度，若20号K锉在根管内较松，则用 F_2 至距工作长度进一步预备，再用25号K锉至工作长度，同样，若K锉在根管内较紧，则根管预备完成；若在根管内较松，用 F_3 至距工作长度继续预备。对于细小、弯曲的根管，一般预备至 F_1 即可。（图11-2）。若根管较短（<18mm）可只用 S_X 完成根尖部预备（图11-3）。

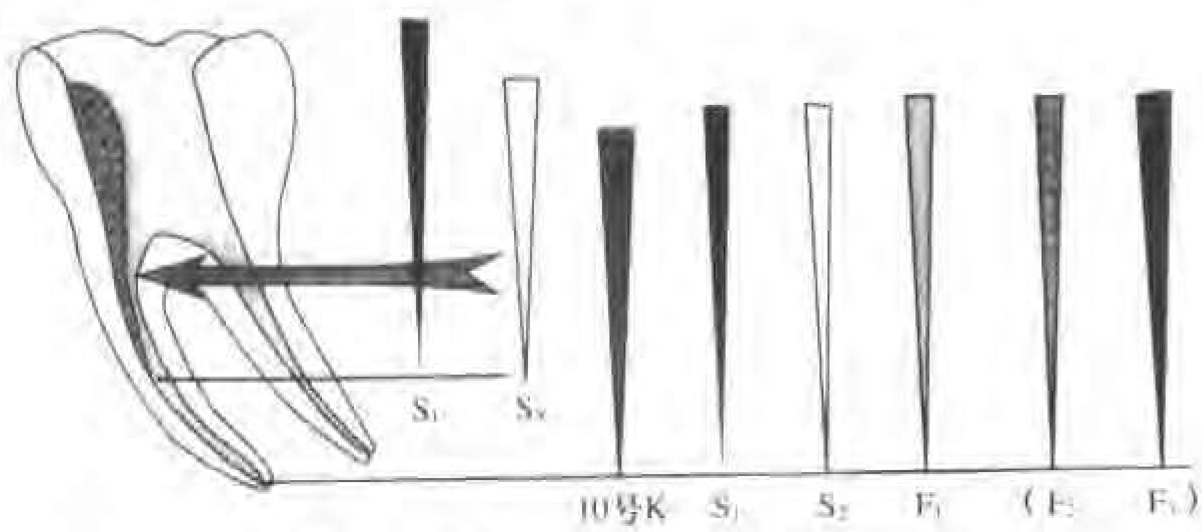


图11-2　中等长度和较长根管的预备流程图

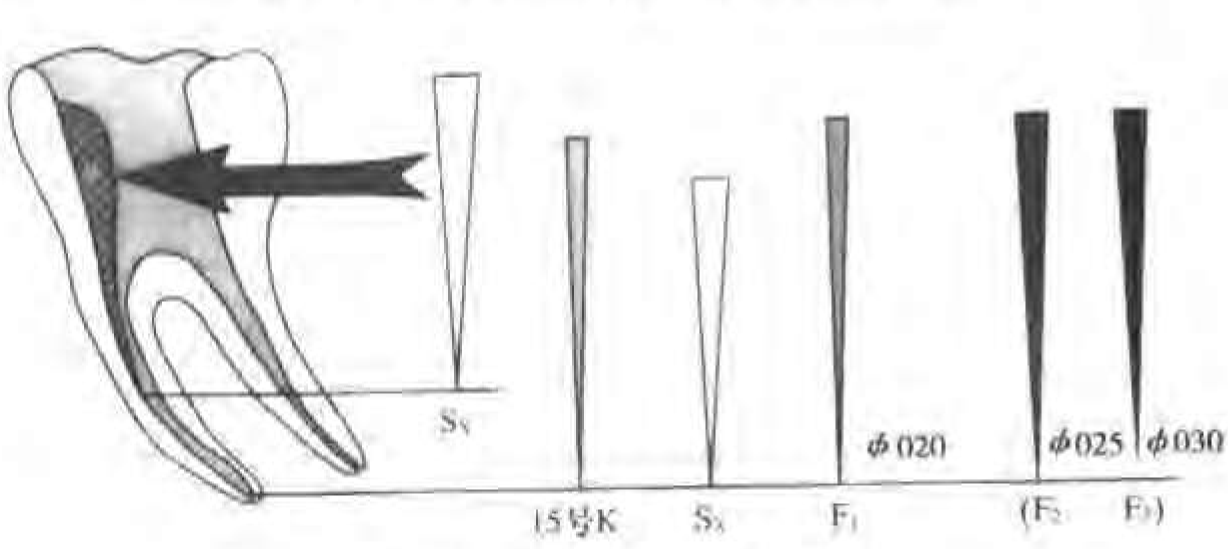


图11-3　较短根管的预备流程图

2. HERO642 预备技术　HERO642 是法国 Micromega 设计的一种机用镍钛根管器械系统，H 表示 High，E 是 Elasticity，Ro 即 Rotation，642 代表6%、4%和2%三种不同的锥度，由三个号码（20号、25号和30号）的三种不同锥度的九支锉针组成，刃长16mm。HERO642 锉针有以下几点特征：①具有三点锐利切缘（triple cutting edge），与传统的只有一点正向切缘的H锉不同，从而使其不仅具备凿钻及锉修功能，还有助于操作时施力平均传送到整支锉面，进而增加旋转时的抗断裂性，所承受的转速范围较广（300～600rpm）。同时因只有三点锐利切缘故切削时因摩擦力低使牙本质碎屑不易挤压牙本质小管（图11-4）。②较大的核心设计使锉针更坚固，从而加强了其抗断裂性。

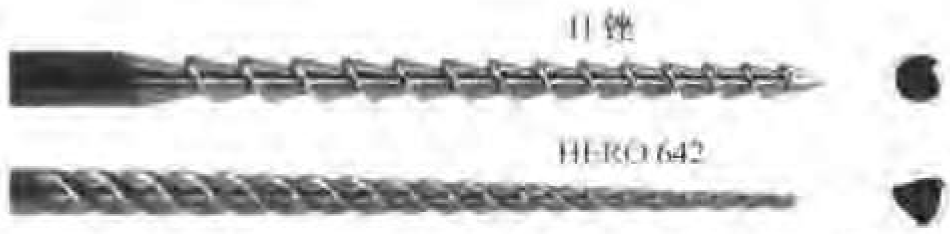


图 11-4 HERO642 的横截面具有三点锐利切缘（与只有一点正向切缘的 H 锉不同）

③HERO锉的切缘为正向角度，所以它是切削牙本质而非刮除牙本质。④具有特殊的螺旋仰角盘升变化由下而上尖端陡峭渐趋平坦，加上除屑自下而上推动去除，另一方面可让进行中的螺纹产生重叠，避免锉针螺旋式卡入根管壁中，从而减少断针和根管偏移等并发症的出现（图 11-5）。⑤不具切削作用的圆弧状引导尖，保证了操作过程中锉一直保持在中心点，并沿着根管原有走向达工作长度，从而降低了根管台阶，侧壁穿孔等并发症的发生（图 11-6）。操作前常规拍摄 X 线片，10 号或 15 号 K 锉确定根管工作长度和根管弯曲度，依根管弯曲程度将根管归类并选择不同的预备程序：①简单根管（直或弯曲度 < 10 度）。使用 30 号锥度 6% 的锉行 2～3mm 小幅度上下动作达 1/2～2/3 工作长度；换 30 号锥度 4% 的锉达距工作长度约 1～2mm 处；最后用 30 号锥度 2% 的锉达工作长度。即用 3 支锉 3 个步骤可完成简单根管预备。②普通困难的弯曲根管（弯曲度 > 10 度，< 25 度）：25 号锥度 6% 的锉备至工作长度的 1/2～2/3；换 25 号锥度 4% 的锉至距工作长度 1～2mm 处；再用 25 号锥度 2% 的锉达工作长度；接着换 30 号锥度 4% 的锉达距工作长度 1～2mm 处；最后用 30 号锥度 2% 的锉达工作长度完成根管预备。若 25 号锥度 4% 的锉能顺利达工作长度，则可以直接换 30 号锥度 4% 的锉完成根管预备。即用 3～5 支锉可完成普通困难弯曲根管的预备。③困难的弯曲细小根管（弯曲度 > 25 度）：与普通困难的弯曲的预备顺序类似，只是选择 20 号锥度 6% 的锉开始预备，以 25 号锥度 4% 或 2% 的锉完成根管预备。预备过程中每换 1 支锉针前均应有效冲洗根管。

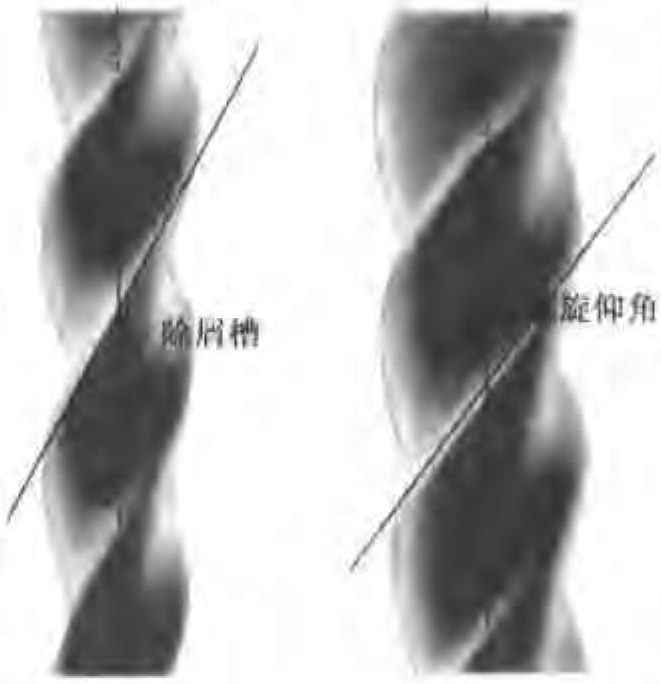


图 11-5 特殊的螺旋仰角和除屑槽



图 11-6 不具切削作用的圆弧形引导尖

（五）超声波和声波预备技术

自 1976 年 Martin 将超声引入牙髓病学后，众多学者研究了超声在根管治疗各阶段的应用。超声锉的高效切削能力和优于其他器械的根管清理能力已成为共识，但多数学者不主张用超声波器械成形根管，因为当器械与根管壁接触时超声锉的振动受限，且在预备狭窄和弯曲根管易引起一些并发症。因此建议在预备弯曲根管时，用手用器械逐步后退法预备根尖 1/3 段，再用 25 号～40 号超声锉预备根管冠 2/3 段，最后用 15 号超声锉清理整个根管。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

超声锉的预备手法有圆周扩锉法（circumferential filing）和环形扩锉法（circular filing motion）两种，后者是锉沿根管壁作环形运动，锉保持在进入的深度，此法易形成台阶应慎用。

四、弯曲根管的预备技巧

各种研究和临床实践表明，直根管系统中容易达到良好的清理和成形效果，而弯曲根管系统的预备难度大，并容易出现各种并发症。在用K锉行扩锉法预备中重度弯曲根管时，当根尖部预备器械号码达25号时，易导致近根尖端根管凹壁（concave surface）和弯曲处根管凸壁（convex surface）的根管偏移，使根管工作长度变短甚至根管壁侧穿．造成这些并发症并影响根管严密充填的主要原因是不锈钢器械具有弹性形变的特性，即当不锈钢器械受到外力作用变形时，器械内部会产生回复力（弹力），外力消失后，回复力使器械恢复到原来直的状态。在根管内，这种回复力将作为切削力对根管壁造成不适当的切削效应，临床上可运用下列技巧控制或减少这种回复力效应：

1. **预弯根管器械** 由于预弯后器械的初始状态与弯曲根管部位和程度基本一致，器械进入根管后，产生的回复力较小。

2. **避免大号器械进入根管尖部** 器械号码越大，横截面积越大，在弯曲根管内产生的回复力较大。

3. **选用横截面积较小的根管器械** 同一号码的器械，横截形状不同，面积不同，如横截面为三角形的锉尖端的横截面积较方形的要小37.5%，产力的回复力较小。

4. **选用刃部短和杆部直径小的根管器械** ISO标准器械的刃部为16mm，呈椎形，在根管内的切削部位不易控制，产生的回复力也较大，而LightSpeed的杆部直径细，即使刃部直径较大，在根管内产生的回复力仍然较小。

5. **选用弹性系数小的和弹性范围宽的根管器械** 弹性系数越小，器械在弯曲根管内产生的回复力越小，同样，弹性范围宽，器械就不容易发生形变，器械折断的可能性就小，如镍钛合金类根管器械。

6. **选择改良尖部的根管器械** 器械的尖部是回复力集中的部位，若选择尖部呈圆锥体或抛物线形只具有引导作用而不具有切削功能的器械，回复力就会被均匀分布于整个器械刃部，而且器械在根管内的中心定位能力增强。如Flex-R锉和LightSpeed系列器械。

7. **常规敞开根管的冠段** 用G型钻扩大根管冠段后，根管的弯曲变小，器械在根管内的回复力就小。

8. **避免采用常规法预备根管** 为避免回复力在同一部位叠加，预备中重度弯曲根管时不应采用常规法。

五、根管冲洗

机械预备和生理盐水冲洗不能有效去除根管内细菌，这提示预备根管过程中应使用具有抗菌作用的冲洗液冲洗根管。

根管冲洗是根管预备过程中必不可少的步骤，有效的根管冲洗有下列5个主要作用：①抗菌作用；②润滑根管壁，清除牙本质碎屑；③溶解有机物；④去除玷污层，软

化牙本质；⑤清洁机械预备不能达到的区域。

1. **抗菌作用** 理想的冲洗液应能杀灭感染根管系统内的细菌而不损害正常组织。早在1915年就有学者对200种化合物的杀菌作用进行了研究，认为次氯酸钠和氯胺T是最有前景的杀菌剂。第一次世界大战时应用0.5%的缓冲次氯酸钠溶液冲洗伤口，发现次氯酸钠溶液有很强的杀菌效果却不损害组织或干扰组织愈合。这似乎与体外的细胞毒性试验结果相反，可能是因为次氯酸钠溶液在生理环境下有与细胞内的含胺部分反应形成氯胺衍生物的原因，而氯胺衍生物有强大的杀菌作用却不损害正常组织。

1919年Coolidge首次将次氯酸钠溶液用于牙髓治疗中，因其具有杀菌能力和潜在溶解坏死组织的能力，直至现在次氯酸钠仍是常用的冲洗液。不同冲洗液抗菌效果的临床评价结果表明，根管预备过程中大量生理盐水冲洗根管可减少感染根管内的细菌数目，但较次氯酸钠的抗菌作用有明显差异，初诊根管扩锉配合大量次氯酸钠溶液冲洗后，约50%的根管无菌。有趣的是0.5%和5%次氯酸钠液的抗菌效果没有区别，只是低浓度次氯酸钠的冲洗的效率下降迅速，因此应该频繁和大量冲洗。冲洗时要特别避免次氯酸钠溶液超出根尖孔，因为冲洗液直接进入根尖周围组织可能会引起损害。商业用次氯酸钠为高渗溶液，碱度大，可能会引起细胞毒性。

2. **润滑根管壁和清除牙本质碎屑** 根管预备过程中使根管内处于湿润状态有利于器械进入根管和扩锉；而且悬浮于液体中的牙本质碎屑、牙髓残余组织和微生物及其代谢产物容易被冲出根管而不是被推向根尖。为有效地冲洗根尖部分，冲洗针头应尽可能深地插入根管，并使用较小的针头。

3. **溶解有机物** 作为根管冲洗剂，是否具有溶解坏死组织的能力是非常重要的。因为根管系统中，根管壁表面不规则，常阻止根管器械与之接触，以致无法有效去除保留在不规则表面的坏死组织，而化学试剂接触到这些区域，则可将坏死组织溶解，从而有效地清除有利于细菌生长的基质。次氯酸钠液显著溶解坏死组织已被大量研究所证实。次氯酸钠溶解有机质的作用，7倍于枸橼酸。螯合剂、氧化剂、生理盐水、蒸馏水和低于1%浓度的次氯酸钠则无溶解坏死有机质的作用，5.25%次氯酸钠对活的牙髓组织和前期牙本质也有溶解作用，并能渗透到牙本质小管中起溶解作用。次氯酸钠的组织溶解能力与有机物的量，物质周围冲洗液的量和相互作用的表面积相关。

4. **去除玷污层和软化牙本质** 根管玷污层是器械切割和研磨根管时形成于根管壁上的一层物质，厚约1～2μm，分为表面层和栓层，含有残余牙髓组织，成牙本质细胞突起和细菌成分等。根管壁未被预备的区域则不存在玷污层。关于玷污层对根管治疗术的影响尚有争论，部分学者认为玷污层可能是有益的，因为它可能阻塞牙本质的小管口，防止或减缓细菌进入牙本质小管；大多数学者则认为玷污层是有害的，因为其成分中包括细菌和滋养细菌的有机物，存留在根管内可能形成潜在刺激源，还可能影响药物和充填材料与根管壁接触和渗入牙本质小管，从而影响根管充填的封闭性能。

由于玷污层的主要成分是无机质，故酸和螯合剂冲洗液可以去除玷污层。生理盐水、双氧水对去除玷污层无效，次氯酸钠液单独使用可去除根管内的松动碎屑，而不能去除玷污层。EDTA是常用的螯合剂，可通过络合 Ca^{2+} 从而溶解玷污层。由于EDTA具有络合羟磷石中钙离子的特性，临床上亦常用来软化扩大弯曲细小或钙化根管壁牙本质。商品装根管润滑剂如Glyde（Dentsply）的主要成分即PEDTA与赋形剂。此外，有

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

研究表明，EDTA 低于根管治疗冲洗常用浓度，可通过螯合钙离子及其他二阶阳离子（如 Mg^{2+}）抑制血管活性肽与巨噬细胞膜的结合，提示 EDTA 渗漏到根尖组织可调节尖周组织的炎症反应。有临床研究显示，根管预备完成后以 EDTA 作为冲洗液，根管不封消毒药物，复诊时根管细菌检查 75% 呈阴性，而对照组生理盐组仅 30% 呈阴性。故 EDTA 作为冲洗液的临床意义已不仅限于去除根管壁玷污层和软化牙本质。

尽管螯合溶液如 EDTA 可有效去除玷污层，却不能有效去除表面碎屑。因为次氯酸钠或 EDTA 都不能去除全部的有机或无机物，因此有学者建议临床采用大量的 EDTA 和次氯酸钠溶液交替冲洗根管以有效去除有机物和无机物，如在根管预备时用 EDTA，然后用次氯酸钠大量冲洗，再用 EDTA 冲洗。有研究表明 EDTA/次氯碳钠/EDTA 顺序冲洗去除玷污层的效果比次氯酸钠/EDTA/次氯酸钠顺序冲洗的效果要好。

5. **清洁机械预备不能达到的区域**　根管系统有许多区域如侧、副根管和主根管的分支是机械预备不能到达的，这些区域都可能藏有细菌和坏死的牙髓组织，只能靠有效的根管冲洗和进一步的根管内封药完成抗菌和清洁作用。

第三节　根管消毒

经过机械和化学预备的根管，其侧壁牙本质深部、侧支根管和根尖周围处仍然有细菌等病原刺激物存在，因此需要再用药物方法进行根管消毒，其目的在于消灭根管预备后残留于根管内的细菌，并且防止因暂封物微渗漏或牙本质小管暴露等因素造成的根管再感染。

目前临床常用的根管消毒方法是将甲醛甲酚、樟脑酚等药物蘸在棉球上置于根管口或将药物浸泡过的纸尖或棉捻置于根管中。但这些药物均有强腐蚀性，对组织有较强的刺激性，且有研究发现甲醛甲酚为一种半抗原，可产生过敏反应，甚至可能有致癌作用。这些药物封入根管后 24 小时后即丧失抑菌能力，不能有效发挥持续的消毒作用，因此近年来已逐渐采用氢氧化钙作为根管内封药，它具有良好的抗菌性能和生物相容性。而采用新型药物剂型——根管药物控释系统则是另一种提高根管消毒效果的重要途径，它可使药物在根管中以恒定的速度释放，使局部的药物浓度在较长的时间内始终保持在有效的抑菌浓度范围内，更有利于杀灭病原菌。

药物控释系统有多种类型，根据其释药机制可分为膜控制扩散系统、流体压控释系统和渗透压系统等。目前发展的主要是膜控制扩散系统，这类扩散系统是将药物与某种高分子材料混合后，利用药物在高分子材料中的扩散过程来控制其释药的速度。膜控制扩散系统又可分为两种基本类型：贮库型和整体型。贮库型由药物贮库和控释膜组成，药物贮库由药物与高分子基质混合而成，贮库内药量大于药物释放总量，产生化学位能作用，为药物释放提供动力；控释膜为包在贮库外的一层高分子膜，贮库内的药物通过高分子膜的扩散过程而释放，调节外膜的厚度和表面积便可达到控制药物释放的目的。整体型仅由药物和高分子包膜构成，无外膜包绕，当最外层的药物释放出来以后，外层高分子基质便起到控释膜的作用。这两种类型的释药速度是不同的，贮库型能以恒定的速度释放药物，而整体型在释药的最初阶段速度较快，然后才以恒定的速度释放。

笔者等于上世纪 90 年代初期着手进行根管消毒药物控释系统的体外实验研究，并

研制了拟应用于根管消毒的氯己啶控释系统和甲硝唑控释系统，体外控制释放研究表明，该系统能在10天时间内稳定地释放消毒药物。在对氯己啶控释系统进行体外抑菌作用研究时，药物贮库根据包膜次数分为CⅠ型（包膜3次）和CⅡ型（包膜6次），实验菌株包括变链菌、产黑色素类杆菌、中间型类杆菌、粘放菌、具核梭杆菌、厌氧消化链球菌和韦永菌。实验结果显示，氯己啶控释系统对实验菌株均有明显抑菌效果，同时发现CⅡ型抑菌圈小于CⅠ型，这可能是由于CⅡ型控释膜较厚，药物释放出来的速度和量均小于CⅠ型，这提示我们在选择应用时应以控释膜较薄的CⅠ型为佳。

随后我们对贮库型氯己啶控释系统的根管消毒作用进行了实验动物研究。实验以狗牙为实验对象，分为4组：A组：氯己啶根管消毒控释装置；B组：氯己啶消毒棉捻；C组：甲醛甲酚消毒棉捻；D组：消毒棉捻。封药1、3、7天后进行细菌学检查发现，1天时各组无差别，3天和7天时A组细菌培养阳性为0，而其他3组的细菌检出率均明显增加。由此可认为氯己啶控释系统的根管消毒作用稳定而持久，可作为一种有效的根管消毒制剂广泛地应用于牙髓治疗中。

由于大部分感染根管均为两种或多种细菌的混合感染，根管消毒剂应具有杀菌力强、迅速而不易产生耐药性、对多种细菌均有效以及药效作用时间长等特点，而整体型根管消毒药物控释系统由于具有初期释药速度较快，然后才以恒定的速度释放的特点，因此特别适用于感染根管的消毒。研究发现，整体型控释系统有杀菌作用迅速且强于贮库型，同时临床试验也表明整体型氯己啶控释系统有良好的根管消毒作用。

理想的根管消毒药物还应具有良好的组织相容性，对根尖周组织无刺激性。笔者采用细胞培养技术和MTT法进行了根管消毒药物控释系统的细胞毒性研究，结果显示根管消毒药物控释系统均具有良好的组织相容性，其中整体型根管消毒药物控释系统可用于髓腔、根管消毒，贮库型控释系统以其更为优良的组织相容性适用于根尖周病的根管超充填治疗。同时遗传毒理学研究表明，根管消毒药物控释系统无致突变作用，也无致癌作用，具有临床应用的安全性。

根管消毒药物控释系统作为一种新的根管消毒剂型，具有许多优点：①能在根管内维持一定的药物浓度，不但可对牙本质小管、侧支根管深处的细菌产生持续抑制作用，同时还可杀灭由于封药不严再次进入的细菌，预防根管再感染的发生；②能延长封药时间，便于复诊；③安全可靠，使用简便，避免因操作不慎使药物超出根尖孔；④医生和患者均可避免接触腐蚀性药物。

此外，根管消毒药物控释系统也可被制成药物控释根充尖用于根管充填，并有利于控制根尖周感染，消除炎症，促进根尖周病变的愈合。

第四节　根管充填

根管充填是根管治疗的最终步骤，其目的意义、方法和材料已在上一章讨论。长期以来人们认为根管充填是牙髓治疗的必要步骤，也是决定根管治疗成败的关键所在。许多学者研究了与多种根管充填材料和技术相关的根尖微渗漏等，但对根尖微渗漏的意义及与根管治疗成功率的关系却研究很少。在介绍根管充填的作用之前，必须了解根管充填与根尖渗漏关系的历史。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

根管充填是治疗成败重要因素的观点值得怀疑，但是它已根深蒂固。有学者检查了许多由学生根充的牙齿的X片并评价治疗结果，发现约60%失败病例的X片显示根充材料密度小，由此推测不良的根充可引起治疗失败。尽管这项研究是在牙髓学应用高级厌氧技术发现关键的致病菌之前进行的，但它的观点仍影响着许多人。

另有学者用放射性核素检查不同根充效果的拔除后的牙齿的根尖渗漏情况，发现根充良好的根管放射性核素不能由根尖进入根管，反之则可进入根管。放射性核素的渗漏和不良根充有关，似乎治疗失败也与此有关，并且试图用渗透理论来解释。渗透理论假设物质从根尖周组织渗透至没有充填和不良根充的根管，然后这些非特异性宿主材料停滞，分解，再渗透到根尖周引起感染。

该理论的严重缺点是没有考虑细菌在根尖周炎中的关键作用。要证实渗透理论，需要有证据证明空的但无菌的根管能引起炎症，同时要确定这些产物而且需实验研究说明这些产物可以引起炎症，但没有这样的证据支持这种假说，而且目前的知识反对这个假说的占优势。实验证明，组织坏死但为无菌状态的未行治疗的根管不会产生炎症，而根尖周病变的牙齿去除感染后即使没有根充也可愈合。有研究显示清洁后的根管没有根充，但一段时间后根尖病变愈合，对于这一结论更合理的解释是，X片的根充不满意不是引起治疗失败的原因，更可能是对治疗牙齿感染根管的无菌控制太差。

渗透理论过分强调根尖渗漏，忽视了根管充填的重要作用。根据生物学原理，目前认为根管充填主要有以下三方面的作用：①阻断口腔和根尖周组织的交通，防止细菌通过冠部充填体边缘的微渗漏进入根管造成根尖周组织再感染；②包埋根管内残存的细菌，使其无害化；③组织液可作为细菌的营养来源，完善的根管充填可防止根尖周组织液进入根管，使残留于根管系统的细菌无法增殖。(图11-7)

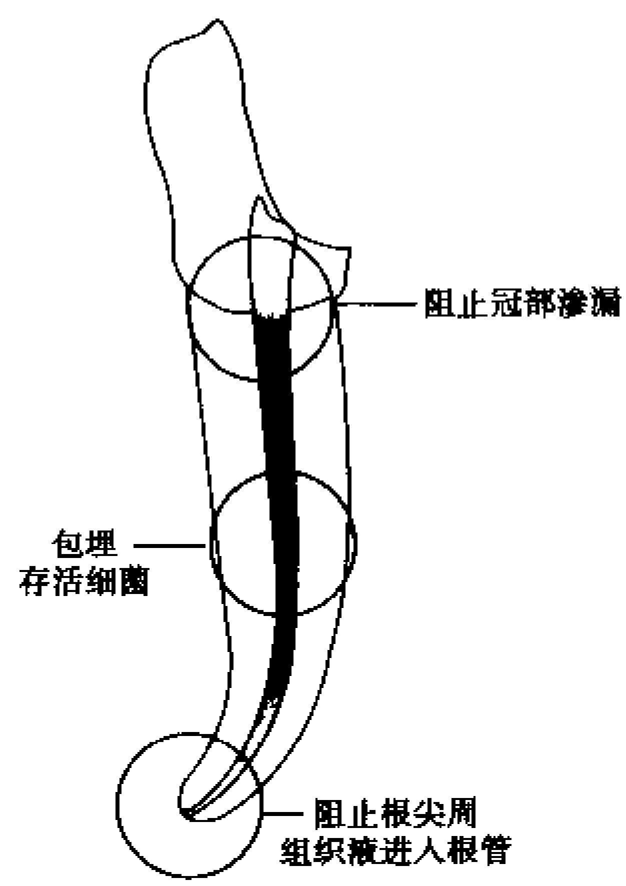


图11-7 根管充填的作用
①阻止冠部渗漏；②包埋存活的细菌；③阻止根尖周组织液进入根管

一、预后

根管充填方法和根管充填材料有多种，目前临床上应用的大多数技术都是以牙胶尖为基本充填材料的。牙胶尖充填的方法包括：①侧方加压法：是临床上最常用的根管充填技术，又可分为冷侧方加压法和热侧方加压法；②单尖法：将自制牙胶尖的根尖部在氯仿等牙胶溶剂中化学软化后推入根管，其根尖封闭效果较差，故临床应用时应严格掌握适应证；③热牙胶垂直加压法；④侧方垂直联合加压法；⑤注射式热塑牙胶充填技术。

根尖部的充填质量对根尖周炎的治疗效果有显著影响。一项长期随访研究发现，对于有根尖周病变的死髓牙，若根管充填物与根尖的距离在0～2mm范围内，则根管治疗的成功率高达94%；若根管充填物距离根尖2mm以上，则相同病变程度的患牙的根管

治疗成功率只有68%，这可能是由于根尖部分未能完全清理干净或是感染的牙本质碎屑残留在根尖部造成病原菌增殖引起长期的炎症所致；若根管充填物超出根尖孔，则根管治疗成功率为76%，其原因可能是：①根管预备时器械超出根尖孔对根尖和根尖周组织造成了机械性损伤；②根管预备不当将根管内的感染物质如牙本质碎屑、坏死牙髓组织和细菌等推出根尖孔，进入根尖周组织引起再感染；③超出根尖孔的充填材料对根尖周组织而言为异体组织，会引起根尖周较严重的免疫排斥反应，阻碍根尖区病损的愈合。

根管充填材料的生物相容性对根尖周病变的临床愈合有明显的影响，通常少量的充填材料超出根尖孔，一般会被组织逐渐吸收，病损最终为骨愈合。

目前认为根管欠填和超填都会延迟根尖周病变的愈合，对根管治疗的远期疗效造成不良影响。因此，临床工作中治疗的每一步骤都要严格按照临床标准进行操作，即无菌操作，准确测量工作长度，正确预备根管避免根尖部的过度预备，及时大量地进行根管冲洗避免碎屑被推出根尖孔，严密充填根管等。

二、组织反应

根尖周组织对根管清理和根管充填的组织反应是不同的，根管清理后根尖周组织的正常反应是根尖病变的炎性成分逐渐消失，肉芽组织形成并逐渐变为纤维结缔组织，同时产生牙骨质和骨质沉积，最后形成瘢痕性愈合，而根管充填本身并不能促进根尖周病变的愈合。完善的根管充填应不影响根尖周组织的愈合。

研究根管封闭剂生物相容性的方法主要有体外细胞培养技术、动物实验及临床试验。虽然细胞培养技术可提供一些有关试验材料的细胞毒性的信息，但它无法用来研究体内条件下组织对材料的反应，而动物体内植入实验则可用于对材料的组织反应进行长期观察，进而为临床应用提供更为可靠的理论依据。体外细胞培养研究证明，所有封闭剂都有不同程度的细胞毒性，而若将封闭剂植入动物体内，大多数封闭剂最初会引起严重的组织反应，但随着时间的推移，反应一般都会逐渐减弱直至最后消失。动物实验研究发现以氧化锌丁香油为基质的根管封闭剂会对根尖周组织造成长期的刺激，可引起较强的免疫反应。

体外细胞培养实验发现牙胶尖有高度的细胞毒性，但是动物体内植入试验结果显示其组织反应性较小，具有一定的组织亲和性。

根管充填过程中少量封闭剂超出根尖孔，一般会被根尖周组织吸收，但目前对吸收机制尚未完全阐明。巨噬细胞和多核细胞的吞噬作用是其中的一条途径，封闭剂进入根尖周组织后裂解为细小的颗粒而被巨噬细胞吞噬。若牙胶尖超出根尖孔，大部分牙胶尖会被胶原纤维组织包裹，但少量的牙胶尖仍会引起组织反应，主要表现为巨噬细胞和多核巨细胞浸润，而巨噬细胞会释放一组与骨吸收有关的细胞分裂和生长的因子，导致骨组织沉积不能正常进行，从而可以解释为什么牙胶尖超填引起了骨的愈合延迟。

病例追踪研究表明，根管超填对根管治疗的远期疗效影响更为明显，因此根管预备时应尽量避免破坏根尖止点，并选择合适的主牙胶尖提高根尖区根管的充填质量，减少根管充填材料进入根尖周组织的机会。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第五节 根管再治疗

随着牙髓病学理论和治疗技术的不断发展和完善，根管治疗的成功率已明显提高，大多学者报道的结果在85% ~90%之间。但由于种种因素，根管治疗失败的病例仍时有发生。对于治疗失败的病例进行再处理时通常有两种方法可供选择：其一是采用常规根管治疗术对根管进行较为保守的再处理，其二是采用根管外科手术方法。

治疗前患牙的根尖周状况是影响根管治疗效果的一个重要因素。一些早期的研究发现有根尖周病变的患牙的根管治疗成功率较无根尖周病变的患牙的治疗成功率低20%。Sjögren 等通过一项病例随访研究发现，治疗前无根尖周病变的患牙的根管治疗成功率高达96%，死髓牙和有根尖周病变患牙的治疗成功率仅86%，而有根尖周病变的患牙根管治疗失败后再处理的成功率仅为62%。

根管治疗失败通常是因为没有按照治疗规范进行操作所致，如未严格进行无菌操作，开髓不正确，遗漏了未处理的根管、根管预备不当，暂封物微渗漏等。通常这些病例都可通过仔细的根管再处理而保存患牙。但有些病例，虽然治疗的各个步骤都严格按临床规范操作，仍不能取得成功，目前认为造成这种情况的原因可能有：①根管内感染：常规治疗失败患牙的根尖周组织学分析显示，根管治疗失败主要原因是根管充填后残留于根管根尖部的细菌长期存在；②根管外感染：细菌在根尖周组织定居抑制愈合，研究发现依氏放线菌和丙酸杆菌可引起根尖周组织放射菌病变或类似病变；③异体反应：对于根尖周组织没有发现细菌的病例，其失败原因可能是超出根尖孔的充填材料所引起的免疫排斥反应；④囊肿：最近有研究认为囊肿内含有的胆固醇晶体会影响组织愈合，导致治疗失败。

在这四种可能的因素中只有残留于根管内细菌可通过根管再次清理而消除，其他三种因素在根管外，常规根管再处理不能解决，必须通过根管外科手术来解决。对根管治疗失败的病例进行再治疗时，应首先采取常规根管治疗术对根管进行较为保守的再处理。有研究显示，对失败病例采取先行牙髓治疗再行根尖手术的成功率比只进行根尖手术的要高24%。真正的囊肿和根管外细菌是一些病例失败的原因。由根尖周放线菌病或真性囊肿所致的根尖周病变很有可能通过传统的根管治疗而愈合，因此对根尖周疾病首先采取保守牙髓治疗可提高成功率。牙髓治疗能否达到最高的愈合与这些病变的发病率密切相关。

判断是否需进行再处理非常容易，可对比治疗前和随访中的X片。根管充填不良的根尖周病变本身就是再处理的明显指征。但是，若根充不良需重新治疗时，应谨慎选择方法以免重复过去的治疗。若X片显示有根尖病变但根充较好时，就很难决定是否要再处理。原先没有根尖病变的牙齿，如有病变出现就提示应该再处理。而治疗前已有根尖病变的牙齿治疗后观察时间的长短是决定是否需要再处理的重要因素，因为病变必须要有足够的时间才能愈合。一些病例需要2年才能愈合，而一些病例则需要4~5年才能有骨的完全再生。只要治疗后的病变范围不断变小，治疗就没有失败。

一、细菌因素

关于细菌在充填后的根管中存活的资料尚不多见，这是因为人们以往通常将治疗失

败的原因归咎于操作技术的缺陷，而未注意根管中残留细菌的再感染问题。但技术上的不足本身并不能导致慢性炎症的产生，而是根尖区材料和根管壁的间隙让细菌得以生存，引起周围组织的持续感染。

从有根尖病变的根充牙齿中取样本培养，结果显示与没有治疗的死髓牙的菌落完全不同。前者是典型的多种细菌的混合感染，特点是 G^+ 和 G^- 菌的比例相当且厌氧菌占优势；而后者是只有一种或很少细菌，厌氧菌不常见，G^+ 占优势。再处理的根管内如果有粪链球菌的话是值得注意的。根充牙齿约 1/3 的根管发现有粪链球菌，他们不宜在未处理的根管环境中生存，如果有的话，也只占根管初期菌落的一小部分。粪链球菌有相当强的耐药性，是能抵抗氢氧化钙的少数细菌之一；没有其他细菌的支持粪链球菌也能在根管中独自存活。

治疗失败的根管内还发现有酵母菌样细菌，但只有少数研究报道了酵母菌在感染根管中的存在，有根尖病变的根充牙齿中这些微生物的出现可能提示它们具有抵抗治疗的特性。

尽管还需进一步了解牙髓治疗失败的细菌因素，但一些研究已有一个共同的发现，即有根尖病变的牙齿根充后根管中有几种相对少的细菌。从再处理病例中分离所得的细菌种类数取决于以前牙髓治疗和根充的质量，相对于清理彻底、根管充填完好的牙齿，牙髓治疗较差的牙齿可能含有更多量的细菌种类，且种类相似于未作治疗的根管。

二、去除根充物的化学物质

对牙髓治疗失败病例进行再处理，必须先去除原根管充填物。牙胶尖作为根管充填材料的优点之一是容易去除。对于一些技术标准低的病例，手用锉即可将充填物去除，而对于一些技术标准相对高、根管充填相对严密的病例，则需要机动器械和手动器械的联合使用，亦可配合应用化学溶剂，后者可使充填物更易于去除，减少器械损伤根管壁的危险。

单独使用机械方法去除牙胶尖时，在根管冠部可用 G 钻，但在根尖 1/3 区则以手动器械去除更安全，这种方法效率较低，一般只适用于充填不严密的根管。

目前临床上大都采用手用器械配合软化技术来去除牙胶类根管充填物。软化牙胶尖的方法有两种：加热法和化学法。加热法是用特殊设计的加热器械软化牙胶的同时将其去除，可一步完成，但通常只用于根管冠部充填物的去除；化学法是用化学溶剂溶解牙胶，虽然它不能单独使用，但可大大提高手动或机动器械去除牙胶的效率。

牙髓病学中选择有效的化学软化试剂有两个基本标准：一是有效软化溶解牙胶；二是溶剂的生物相容性。可用于溶解的溶剂有氯仿、甲基氯仿、桉油、松节油、二甲苯、橘子油和氯烷等，其中以氯仿的溶解作用最好，临床上也最为常用。研究发现目前已应用和即将应用的溶剂都有不同程度的细胞毒性，动物实验时将不同溶剂注射到动物皮下，结果发现所有溶剂都引起了中度到重度的炎症反应。有学者认为氯仿有潜在的致癌作用，主张临床上禁止使用。但大部分研究认为牙髓治疗过程中根尖周组织与溶剂接触的时间短，接触面积小，且空气样品的研究显示空气中的氯仿量也很小，故只要正确使用，氯仿对于患者和医务工作者都是安全的。

临床工作中溶剂都应保存在密闭容器中，取用时才开启且用窄而直的容器而非敞口的容器操作，并尽量减小溶剂在临床环境中暴露的表面积和时间，使暴露达到最小，使

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

用时用注射器或塑料吸管将其注入根管，并尽可能减少用量，避免与口腔软组织接触。

溶剂的细胞毒性和溶解能力之间似乎存在相反的关系，即细胞毒性越小的溶剂其溶解牙胶的能力越差。与其他溶剂相比，氯仿还是具有较好的溶解力和使用安全性。使用时先用少量的氯仿溶解软化牙胶，接着用G钻去除冠部牙胶，然后再使用少量溶剂加手动方法去除根尖部的充填物，一般先用15或20号的K锉沿着牙胶锉出一条通路，然后再用H锉去除余留根管充填物。

第六节　激惹发生的原因和处理

在整个根管治疗过程中，包括根管治疗期间或治疗后12小时至12天内出现患牙局部疼痛或（和）肿胀，并且严重影响患者生活而需急诊处理，称为根管治疗期间激惹（exacerbation in endodontics），或根管治疗间急性发作（in endodontics），或根管治疗期间急症（endodontic interappointment emergencies）。

根管预备时残髓、牙本质碎屑、细菌和药物可被推出根尖孔进入根尖周组织，而产生炎症反应，临床上表现为患牙轻度不适，通常几个小时或1－2天消失。一般认为这种术后不适是宿主对根管预备的物理性、化学性和微生物性刺激的正常反应。大多情况下碎屑和细菌的量很少，宿主防御机制可以抵御并迅速消灭异体组织。但在有些病例，大量毒力较强的细菌进入根尖周组织时可破坏宿主的防御机制，产生较强的炎症反应，临床上表现为治疗后患牙出现中度甚至重度疼痛，可能会持续几天，即称为激惹（exacerbation）。部分病例同时也可能出现局部粘膜红肿和扪诊不适，肿胀通常局限在患牙附近，也可能扩散至唇、颊和面部引起面部蜂窝织炎。

目前对于根管治疗间激惹的产生原因尚未得到确认，但病例回顾性研究提示，与无根尖病变或根尖病变范围较小的患牙比较，有根尖周病变的患牙、再处理的牙齿和患者有术前疼痛史和过敏史的病例，其激惹发生率明显变高，而患者年龄、性别和采用的治疗方法与激惹的发生无显著相关性。根管预备时细菌进入根尖周组织通常在治疗后24小时内出现根尖周脓肿。一般情况下根管内细菌和宿主的防御反应间保持平衡，结果是产生慢性根尖周炎（灰色部分所示）。如果细菌扰乱了宿主的防御反应就会有激惹出现（黑色交叉部分）（图11-8）。

研究发现根尖周脓肿是以厌氧菌为主的多种细菌的混合感染，且特定细菌与体征和临床症状之间有显著的关系。产黑色素中间普氏菌，牙髓卟啉菌和牙龈卟啉菌与急性化脓性根尖周感染密切相关，其中中间普氏菌和牙龈卟啉菌在发生根尖周脓肿的根管中检出率较高。治疗后脓肿经久不愈或又重新形成可能与消化链球菌尤其是微小消化链球菌和

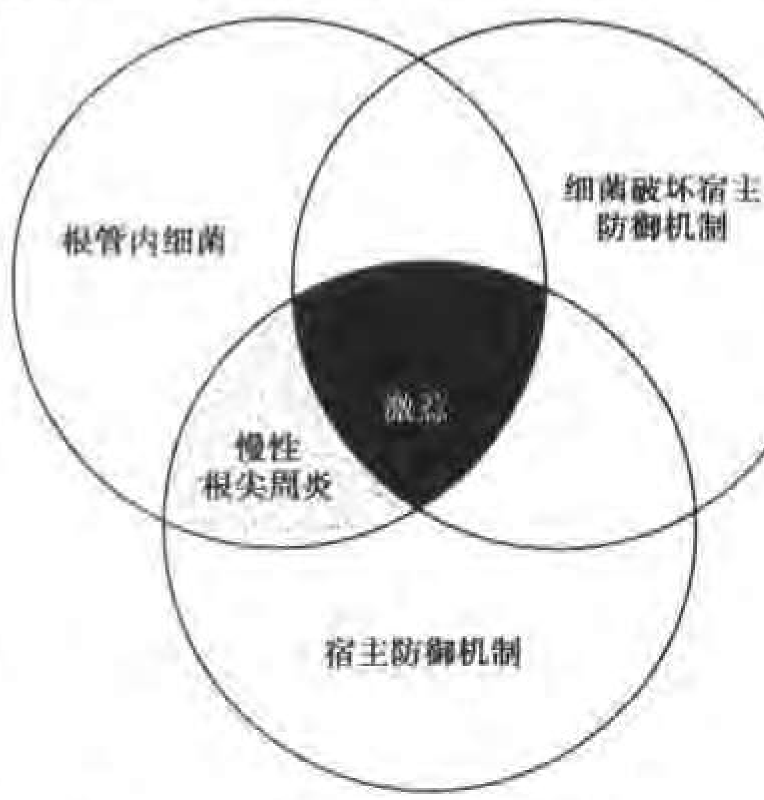


图11-8　细菌、根尖周炎和激惹的关系

中间普氏菌或牙龈卟啉菌联合感染有关。

激惹发生的主要原因是根管预备不当导致根管内感染物质侵入根尖周组织，因此了解激惹的性质和程度并确诊后，治疗原则应为去除感染来源，控制组织感染和减轻症状，通常用下列方法处理：①重新清理根管；②引流；③消炎和止痛。

根尖周的感染主要来自根管内部的细菌，故治疗时应彻底清理根管内的感染源并防止冠部感染物质再次进入根管。激惹处理过程中均应在安置橡皮障严格无菌条件下进行，第一步是重新清理根管并用暂封材料封闭根管。

重症病例如已发生根尖周脓肿，则应及时切开引流。但脓液只在某些情况下存在，这取决于细菌的数量种类、宿主的防御反应和临床就诊的时机，认识到这一点非常重要。治疗激惹时许多医生过分地处理根尖，徒劳地建立“引流通道”，而脓液实际并不存在。患牙叩痛和自觉症状明显但根管内又未见渗出液自动排出，可用8号或10号K锉轻轻刺破根尖孔，最好是在根管已经清理成形后进行以便减少细菌再次进入根尖周的机会。用较大号的锉扩大根尖孔可能会损害根尖孔和根尖。不恰当的开放引流和切开排脓，常会造成感染扩散和激惹处理复杂化。

处理急性激惹时，在开放髓腔引流无渗出后，应及时严密封闭髓腔开口。因为大多数情况下根管内脓液和分泌物的引流只需几分钟，进一步开放根管不仅不必要而且会由于口腔环境中的细菌侵入造成髓腔的再次污染，这与最初清除根管内细菌的治疗目的是相违背的。

如果脓肿局限且有波动感，都必须切开排脓，并放置引流条。对于一些蜂窝织炎病例仅会有少量的水样分泌物但尚未形成脓肿的，应密切观察病情的发展，一旦脓肿形成或肿胀危及邻近重要的组织器官，则应及时切开引流。

滥用抗生素已是一个全球性的问题，结果导致了许多细菌抗药性增加。临床医生必须首先确定患者是否需要使用抗生素，若有必须使用，则应针对特定细菌感染给予敏感抗生素。抗生素的使用应作为辅助手段，而不能替代根管清理和分泌物的引流。急性激惹使用抗菌素的指征是患者有全身症状，如发热、不适或已并发面部蜂窝织炎，局限的肿胀有扩散趋势时也提示要使用抗菌素。

激惹通常都是根尖周的混和感染，其中可能有耐药菌株，但是控制感染不需所有的细菌都对抗菌素敏感。因为杀灭其中一些菌群就可改变它们间的相互作用，从而提高宿主的抵抗力。首选的仍是青霉素类抗菌素，如苯甲基青霉素（250mg，qd，5～7天）或阿莫西林（250mg，tid，5～7天），因其抗菌谱广且毒性较小。牙髓感染适宜的选择是苯甲基青霉素（250mg，qd，5～7天）或阿莫西林（250mg，tid，5～7天）。根据临床症状和感染程度，可与甲硝唑联合应用，后者对G^-厌氧菌特别有效。若患者对青霉素不敏感或有青霉素过敏史时，可单独使用甲硝唑，也可联合应用红霉素或林可霉素，后两者都属广谱抗生素，但全身反应的可能性较大。

如果一些关键的致病因素如多种细菌混合的组成能被控制在操作范围之外，那么就能减少细菌进入根尖周组织的可能性从而减少急性激惹的发生。严格无菌操作、防止根管预备器械和根管充填物超出根尖止点、避免细菌进入根尖周组织是防止根管治疗期间激惹发生的有效方法。

（凌均棨）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十二章 根尖周病的外科治疗

Therapeutics for Apical Periodontitis

第一节 概 论

根尖周炎的外科治疗可追溯到16世纪，那时已有急性根尖脓肿切开引流的记载。19世纪80年代，治疗根尖周炎的常用方法是截根术，以去除根尖周病变组织为目的的根尖刮治术也有开展。20世纪初，根尖切除术开始在中欧传播，同时银汞合金根尖倒充填术也受到关注。

直到20世纪30年代，根尖手术的适应证才有了较为明确的界定，也就是在根管治疗难以完成或无法开展时，才选择根管外科治疗，这对牙髓、根尖周病的临床治疗产生了深远的影响。然而当时由于对根尖周病的生物学基础缺乏理解，根管外科治疗的成功率相当低。近年来的大量研究证实根管内持续感染是造成根管外科治疗失败的主要原因，如果在根管系统未得到有效的清理、成形和封闭的情况下施行根尖切除术，由于大量原本被牙骨质封闭的牙本质小管暴露，根管和根尖周组织之间存在更多的交通，即使进行根尖倒充填，由于倒充填体的封闭能力有限，根管内的残余感染将会扩散至根尖周，导致炎症的迁延不愈。

随着器械的不断革新和新型修复材料的问世，根管外科已进入一个新的阶段。当前根管外科治疗的大体趋势为：①根管治疗或根管再处理有相当高的成功率，并且易为患者接受，因此应严格把握手术治疗的适应证；②为减少暴露牙本质小管的数目，根尖切除的角度应垂直于牙根长轴，避免形成斜面；③选用超声器械、沿牙根长轴制备根尖倒充填洞型可有效减少牙根的损伤并且增进清理效果；④银汞合金不宜作为根尖倒充填材料；⑤手术中应使用放大和照明装置如手术显微镜等，增强对根管细微结构的观察。

第二节 根管外科治疗的适应证和禁忌证

根管外科手术的类型包括：①根尖刮治术；②根尖切除术；③穿孔修补术；④意向再植术；⑤截根术和牙半切术。这些手术可独立开展也可彼此

联合。

一、适应证

根管外科治疗的对象是根尖周炎患牙，旨在通过手术方法建立感染的引流途径、去除根尖周病变组织和阻断根管内的感染源。过去，根管外科开展的范围较广，但随着根管治疗手段的不断完善，根管治疗和根管再处理的适应证不断扩大，治疗成功率高，患者容易接受，因此根管治疗或根管再处理成为根尖周炎首选的治疗方法。根管外科手术的适应证主要有：

（一）根尖肉芽肿

理论上根尖肉芽肿可以成为根尖手术的适应证，然而诸多研究表明，根管治疗后根尖肉芽肿可获得痊愈，因此对这类患牙，首先应进行完善的根管治疗。如病变仍然不愈，再行根尖手术。

（二）根尖囊肿

根尖囊肿分为真性囊肿（true cyst）和袋状囊肿（pocket cyst）两类。真性囊肿具有完整的上皮衬里，囊腔与根管之间无通连；袋状囊肿的上皮衬里不完整，囊腔开口于根尖孔处，与根管相通连。真性囊肿需手术治疗，而袋状囊肿往往在根管治疗后愈合。X线片上显示为边界清楚的透射影像并不一定是根尖囊肿，有资料显示不少被认为是根尖囊肿的病变经过根管治疗后发生愈合。

（三）根尖周异物

根尖周存在的异物多为根管充填材料。当这些异物导致了根尖周异物反应或感染时，需要手术治疗。根尖周异物本身不能成为手术指征。

（四）根外感染（extraradicular infection）

在完善的根管再处理后，如果根尖周透射区依然存在，提示根外感染的可能性较大，这类病例应选择根尖手术治疗。

（五）水平根折

水平根折牙的根尖折片如果发生感染或坏死，应行根尖手术取出。如果根尖折片内的牙髓存活，则不需手术治疗，仅对折线冠方的部分完成根管治疗即可。

（六）穿孔

牙根穿孔的患牙，如果穿孔周围的组织发生感染，非手术治疗的成功率很低，应选择手术修补。

（七）根管阻塞

根管钙化、台阶或严重弯曲的根尖周炎病例，根管治疗或根管再处理失败或无法开展时，应选择根尖切除和倒充填术。

（八）器械折断

当折断器械位于根尖区或超出根尖孔且根尖周病变不愈者，应进行手术治疗。

（九）修复因素

下列情况的桩冠修复牙出现根尖周病变时，可考虑手术治疗：①去除根管桩可能过度削弱牙齿的抗力甚至导致牙根纵裂；②患牙是长桥修复体的基牙，需保持修复体的完整性。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（十）活检

当怀疑根尖病变有恶变可能时，应施行手术活检。

（十一）探查手术

当怀疑牙根纵裂，或者要对牙根穿孔的位置和可修复性进行评定时，可行探查手术。

二、禁忌证

（一）牙周支持不足

牙根过短、重度牙周萎缩等病例不宜行根尖切除术。

（二）不可修复的牙齿

在考虑根管外科治疗之前，必须对牙齿的可修复性做出评定。严重龋坏或缺损致无法修复的患牙，应予以拔除。

（三）手术入路困难

手术入路严重受限的患牙不宜进行根管外科治疗，主要包括张口受限的患者、根尖异位的患牙、手术操作极可能损伤邻近的重要解剖结构的牙齿等。

（四）全身状况不良

全身状况不良的患者应尽量避免手术治疗。如果对这类患者进行根管外科治疗，手术之前应联系相关的专科医生，采取必要的预防或保护措施。例如心内膜炎的高危患者应予以抗生素保护；有出血倾向的患者应请血液科会诊；服用类固醇药物的患者需在手术前调整剂量。

第三节　根管外科治疗的术区解剖

一、粘膜组织的应用解剖

除上颌磨牙腭侧根，根管外科治疗都以颊侧为手术入路，偶尔上颌前磨牙选择腭侧入路。在颊侧有三类粘膜组织：牙槽粘膜、附着龈和游离龈。

（一）牙槽粘膜

牙槽粘膜指龈沟处的粘膜，它疏松地附着于其下方的组织，在嘴唇被牵拉时，牙槽粘膜能够伸展。组织结构上，牙槽粘膜由表及里包括非角化上皮、固有层和粘膜下结缔组织。牙槽粘膜和附着龈以膜龈联合为界。

（二）附着龈

附着龈在游离龈的根方，紧密附着在牙槽嵴表面，与游离龈相连处常有一浅的凹沟称为游离龈沟。其上皮层较牙槽粘膜增厚，固有层中的纤维束附着于牙周膜，无粘膜下层。附着龈和牙槽粘膜的血管与牙根长轴的走向平行，因此手术时应避免水平切口以减少术中出血和对附着龈血供的影响。翻瓣以全厚粘骨膜瓣为宜，这样能较为完整地保留附着龈的血管，维持良好的血供，促进组织的早期愈合。

（三）游离龈

游离龈指牙龈边缘不与牙面附着的部分。它游离可动，与牙面之间有一环状狭小的

空隙，称为龈沟。

二、术区邻近的重要解剖结构

（一）上颌窦

上颌窦邻近上颌前磨牙和磨牙的根尖，接近的程度因人而异，术前X线片上可大致反映牙根的长度及其与上颌窦的距离。如果上颌窦和根尖非常接近，根尖手术应在手术显微镜下进行，为防止损伤上颌窦，根尖切除不要采取自根尖逐步磨除的方法，宜在距根尖3mm的位置切断牙根后去除根尖。手术中应避免将残屑或切下的根尖推入上颌窦，否则会引发上颌窦炎。如果患者感到鼻腔内有冲洗液，多为上颌窦穿通。与拔牙不同的是，由于粘骨膜瓣能提供良好的封闭，根尖手术后发生口腔－上颌窦瘘的几率很小，患者不需常规服用抗生素和抗组胺药。即使手术造成上颌窦穿通，对手术的疗效和预后也无明显影响。使用手术显微镜的显微根管外科能有效避免上颌窦穿通。

（二）腭侧神经血管束

腭大孔位于上颌第二或第三磨牙的腭侧，神经血管束穿出腭大孔后，沿腭中线和腭侧龈缘的中份前行。在腭侧作切口翻瓣的手术中，为避免损伤神经血管束，垂直松弛切口不要设计在磨牙区，应在尖牙或前磨牙区。翻起粘骨膜瓣后，用手术拉钩保护神经血管束。

（三）下牙槽神经血管束

对下颌磨牙和下颌前磨牙进行根尖手术要慎防下牙槽神经血管束受损。通常下牙槽神经血管束行走于牙根尖的下方和舌侧，平行投照的术前X线片或全景片对了解神经血管束与牙根的邻接关系有一定帮助。对邻近下牙槽神经血管束的患牙，同样应在距根尖3mm的位置切断牙根后去除根尖，根尖周刮治时也应谨慎。根尖紧邻下牙槽神经血管束的下颌第二前磨牙和第一磨牙，曾是常规根尖手术的禁忌证。显微根管外科中，由于手术显微镜的照明和放大，操作者不难鉴别神经血管束并能在手术过程中予以保护。

（四）颏神经血管束

下颌磨牙手术的垂直切口是造成颏神经血管束受损最常见的原因，其次是去骨，再次是根尖切除，偶因手术拉钩的挤压所致。预防损伤有两个方法，一是垂直切口不要设计在颏孔附近，二是翻瓣中注意寻找颏神经血管束，手术显微镜能有效地帮助术者进行辨认，然后用拉钩予以保护。

第四节 根尖手术

根尖手术包括根尖刮治术（periapical curettage）、根尖切除术（apicectomy）和根尖倒充填术（retrograde filling），是根管外科中开展得最多的术式。

一、麻醉

根管外科手术主要在局部麻醉下进行，血管收缩药物的加入可延长麻醉时间并减少

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

术区出血。局麻药物中的肾上腺素能减少粘膜下组织的出血，但若注射至肌肉组织，则会增加出血，应慎重使用。

常用的局部麻醉药物是含1∶50,000肾上腺素的2%利多卡因，目前使用更多的是含1∶20,000或1∶10,000肾上腺素的阿替卡因，具有起效快、组织渗透性强、麻醉效能持久、过敏反应少和毒性小等优点。研究显示在麻醉效能和毒副作用方面，阿替卡因优于利多卡因。

上颌牙的根尖手术，颊侧都可采用局部浸润麻醉，进针点位于接近牙根尖的部位，当针尖抵达骨面时后退1mm左右，将麻醉药液缓慢注射于骨膜上粘膜下区域；腭侧行神经阻滞麻醉，也可在腭侧根尖部位进行局部浸润。下颌牙主要采用神经阻滞麻醉。

二、粘骨膜瓣的设计

粘骨膜瓣主要有两种设计：龈沟全厚粘骨膜瓣和膜龈瓣（图12-1）。前者的水平切口为龈沟内切口，将游离龈、附着龈连同粘膜组织全部翻起；后者的水平切口置于附着龈，翻起软组织至颊侧粘膜转折，保留环绕牙齿和龈沟的游离龈以及部分附着龈。半月瓣曾一度被广泛应用于根尖手术中，目前已很少使用，仅用于骨膜下和粘膜下脓肿的切开引流。

（一）龈沟全厚粘骨膜瓣

根管外科中最常用的手术瓣。水平切口采用龈沟内切口，加上单侧或双侧垂直切口，呈三角瓣或矩形瓣（图12-1A）。优点是术区暴露好，尤其适用于大面积的根尖周病损；完整地保留了粘骨膜瓣的血供；易于复位；切口下方因有骨的支撑，通常发生Ⅰ期愈合；上皮化发生较早，骨腔内血块感染的几率小。龈沟内切口的缺点是术后牙龈有轻度退缩。值得一提的是，在手术显微镜下，术者能清晰观察到牙龈粘膜组织的血管走向，垂直切口的走向应与粘膜血管的走向一致，以减小组织创伤、促进术后愈合和减少瘢痕形成。对牙根较长的前牙，矩形瓣术区的暴露优于三角瓣。后牙手术主要设计三角瓣，垂直切口置于近中。在下颌第一磨牙，垂直松弛切口应位于第一前磨牙的近中或远中，因为下颌第二前磨牙的根尖邻近颏孔，且为肌肉附丽区，此处做切口会延迟愈合。

（二）膜龈瓣

膜龈瓣也包括水平切口（附着龈切口）和近中或近远中的垂直切口（图12-1B）。优点是保留了毗邻牙冠的牙龈组织，避免龈沟内切口愈合后所引起的龈退缩，尤其对已行全冠修复的牙齿，膜龈瓣能有效地维持患牙的美观；瓣的游离端是附着龈，与切口位于牙槽粘膜的组织瓣相比，更易复位缝合，不易撕裂。缺点是术区暴露有限，不适用于大面积的根尖病变；切口冠方的牙龈可能出现供血不足，影响愈合；术区有时留下瘢痕，影响美观。



图12-1　粘骨膜瓣设计示意图

A. 龈沟全厚粘骨膜瓣；B. 膜龈瓣

三、切口

（一）龈沟内切口（intrasulcular incision）

龈沟内切口沿着患牙和邻牙的龈沟延伸，在切口的一端或两端加作垂直切口（三角形瓣或梯形瓣）。腭侧瓣仅适用于上颌磨牙和前磨牙的腭侧根尖手术，通常为三角形瓣，除龈沟内切口外，在上颌前磨牙或尖牙区加作一个松弛切口。腭侧粘膜的结构与颊侧附着龈类似，粘膜下层中有丰富的神经血管束，手术中应注意保护。

（二）附着龈切口（subgingival incision）

附着龈切口是沿着龈缘外形切开附着龈，切口呈扇贝状，位于附着龈的中份，切口与皮质骨成45度角。采用附着龈切口的前提条件是附着龈有足够的宽度，龈沟底和切口之间至少有3mm的宽度。由于受附着龈宽度的制约，这种切口在下颌牙较为少用。

（三）弧形切口（semilunar incision）

切口位于牙槽粘膜，呈凸向牙冠的弧形。这种切口的术区暴露有限，组织瓣常发生收缩致复位不全，血供受损，愈合缓慢。此外术后肿痛和瘢痕形成较多见，现已很少使用。

（四）垂直切口（vertical incision）

在牙根表面的牙槽粘膜作单一垂直切口，向两侧翻起组织，暴露覆盖根尖的骨质，主要适用于上前牙区和牙根较长的患牙。优点是切口与粘膜血管的走向一致，对组织瓣血供影响小，优于弧形切口。缺点是术区暴露有限，不适用于大面积根尖病变，此外因切口可能位于骨缺损处而影响愈合。

四、翻瓣

翻瓣一般从附着龈部位的垂直切口开始，待骨膜及其上层的组织从骨面剥离后，将骨膜分离器朝向牙冠，翻起游离龈和牙间龈组织，然后再将骨膜分离器转向根尖方向，翻起牙槽粘膜及其下方的骨膜。翻瓣切忌从龈沟内切口或水平切口开始，这会严重损伤游离龈组织和牙龈的血管。骨膜分离器的力量应施加于骨面，避免组织瓣受到挤压或撕裂。在翻瓣的过程中，也可用一块湿纱布垫在翻起的组织瓣的下方，骨膜分离器轻柔地施力于纱布来减少手术创伤。

五、去骨

翻起粘骨膜瓣之后，有时在皮质骨的穿孔处可见到根尖周组织，从穿孔处逐步去除周围的骨质即可暴露根尖。对于皮质骨板变薄尚完整的病例，可用锐利的手用器械穿通骨皮质，暴露下方的根尖周病变组织，再用大号挖器揭去软组织上方的薄层骨板。

根尖皮质骨较厚的患牙，需去骨后暴露病损，这种情况下必须准确地定位根尖，否则易造成牙根或邻牙根尖的损伤。根尖定位可参照术前X线片和测量的根管长度，两张不同水平角度投射的根尖X线片有助于术者较为全面的了解牙根的长度和弯曲情况、

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

根尖的大致位置、牙根的数目及其邻近组织的相对位置。如果术者仍不能确定根尖的位置，可用1号球钻在颊侧骨面、与根尖相对应的大致位置制备1mm深度的小凹陷，填充少量X线阻射的材料如牙胶，然后拍片来协助定位。在下颌磨牙区，根尖距皮质骨板的距离可达数毫米，根尖暴露的难度较大，意外损伤相邻解剖结构的危险性也增加，最好在手术显微镜下进行手术。

去骨的适宜方法是使用球钻磨除，同时喷水冷却以防损伤骨细胞，冷却水以无菌水或生理盐水为宜。去骨的量以充分暴露术区为准。在下颌磨牙区，皮质骨板较厚，可采用骨盖去骨法（bony lid removal），即在对应于根尖的皮质骨表面钻数个小孔，撬起这块骨板，浸泡于生理盐水中，待根尖手术结束时，将骨板复位。有研究报道这种手术方法的术后并发症较少，但操作中要慎防钻针损伤骨板下方的牙根，避免牙根炎性吸收。

六、根尖刮治

根尖刮治术以去除根尖周病变的软组织、坏死骨组织和感染的牙骨质为目的，优点是保留了牙根的长度。根尖刮治术可单独开展也可与根尖切除术联合。就病因学而言，根尖周病的发生源于根管内感染，病变的愈合取决于根管系统清理、成形和充填的情况，根尖刮治术仅去除根尖周的病变组织，因此单独开展时不能取得良好的远期疗效。目前根尖刮治术主要针对根管治疗或根管再处理失败的病例，通过根尖刮治来去除超填的根管充填材料或进行组织活检。

根尖刮治时，选择大小适宜的刮匙可将绝大多数的根尖周病变组织从骨腔剥离，但将病变组织从牙根面剥离的难度较大，有时需结合根尖切除。病变组织被分离后，用组织镊夹出骨腔，浸泡在福尔马林液中送检。如果术中没有完整地取出病变组织，必须仔细清理术区，减少病变组织的残留。对范围较大的根尖周病变，应注意保护邻牙的血供和毗邻的重要解剖结构，如上颌窦或下牙槽神经血管束。

根尖周病损的分型诊断对开展根尖刮治术有重要的临床意义：根尖肉芽肿和根尖脓肿大多在根管治疗后愈合，如需手术治疗，病变组织是否完整摘除对预后的影响不大；如果是根尖囊肿，手术中应将病变组织完整刮除，否则易复发或迁延不愈；对于慢性根尖周炎瘘管，王晓仪等曾观察100例患牙，发现95例瘘管壁皆为炎性肉芽组织，在根管治疗后自行愈合；少数病例需手术刮除，术中必须将骨腔内的上皮全部去除，以防残余上皮增生造成病变的迁延不愈。极少数病例中，根尖周病变可能是某类新生物，因此刮除的病变组织应常规送检，进行病理诊断。

七、根尖切除

根尖切除即通过手术切除患牙的根尖，获得处理根管内病原物的入路，常常结合根尖倒预备和倒充填，是根管外科中最常用的手术方法。

根尖切除的方法有两种：①磨除法：用细长的锥形裂钻自根尖开始，逐步磨除牙根至适宜的根长；②定位切除法：确定好要切除的根尖的长度，在牙根的相应位置切断。这两种方法各有利弊：第一种方法在根尖毗邻上颌窦或下齿槽神经血管束的情况下，易造成这些解剖结构的损伤；第二种方式受牙位和牙体倾斜度

的影响较大，可能出现牙根切除过多、牙根断面倾斜度过大或损伤邻牙的情形。

根尖切除的传统方法是斜行切除患牙根尖以便检查和处理根管（图 12-2），然而形成的牙根斜面增加了暴露的牙本质小管的数量，不利于根尖周病变的愈合。原则上牙根切除应尽量垂直于牙根长轴（图 12-2）。随着手术显微镜和专用显微手术器械，如超声尖（ultrasonic tip）（图 12-3）和微型口镜（micromirror）（图 12-4）等引入至根管外科中，手术入路受限的问题迎刃而解，大多数患牙根尖的切除基本上都能与牙根长轴垂直。仅在某些病例，如下颌磨牙的近舌根，由于手术入路的制约，根尖切除时不可能完全垂直于牙根长轴，这些部位可采用 10 度左右的切除角度（图 12-2）。

根尖切除应尽量保留牙根的长度，一般不超过根尖 3mm，以免牙根支持丧失过多。对大面积根尖周病变的患牙，手术中不必平齐病变基部切除根尖，并应尽量保留颊侧骨板。至于根尖切除所用钻针的类型和转速并无特殊要求，涡轮或慢速手机皆可，关键是切割时要用水冷却术区，防止局部过热造成组织损伤和根充材料变性。根尖切除后，用钨钢抛光裂钻平整牙根末端，去除锐缘。组织学研究显示，患牙在根尖切除、根管得到彻底的清理和充填后，牙根末端暴露的牙本质表面可有新生牙骨质的沉积。

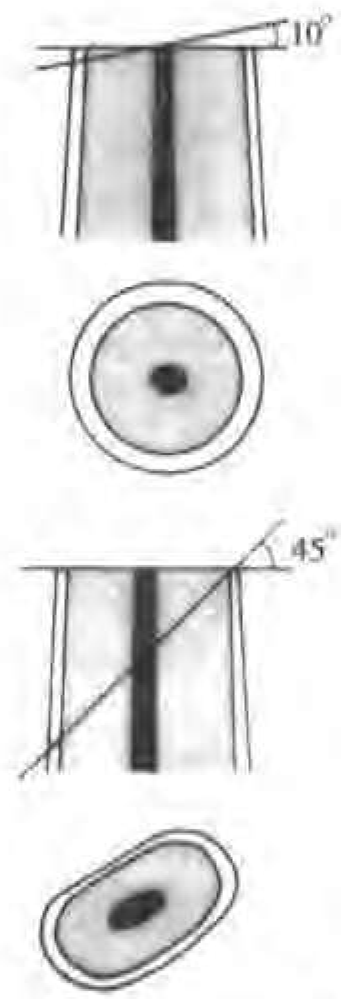


图 12-2 根尖切除示意图
上图：0～10 度的显微根尖切除
下图：45 度斜行根尖切除



图 12-3 压电超声尖



图 12-4 微型口镜与常规口镜的比较

八、根尖倒预备

除根尖手术中进行根管充填的病例外，根尖切除后应常规行根尖倒预备和倒充填。根尖倒预备遵循的主要原则是：①包含所有根管开口以及管间吻合；②预备至少 3mm 深度的窝洞；③尽量与根管长轴一致；④有足够的固位型；⑤避免根管壁过度切削。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（一）根尖断面的检查

根尖切除后，首先检查根尖断面，判断根尖是否完整切除以及根充物与根管壁的密合程度。如果骨腔内出血较多影响视野，可用浸有含肾上腺素的局麻药液的纱布或棉卷填塞骨腔数分钟，尽量避免使用强效的止血药物或骨蜡，因为这些药物对术后组织的愈合有一定的阻碍。亚甲基蓝染色牙根断面有助于术者对根管口、峡部和根周膜的观察，有条件者可使用手术显微镜和微型口镜。如果主根管位于牙根一侧，往往提示存在第二根管，应仔细检查，防止遗漏。在根尖弯曲度较大的患牙，术者易被牙根的长轴误导，根尖切除时可能仅将根管侧壁去除而遗留根尖孔，尤其是用磨除法时更易发生这种情况，术中应加以注意。

（二）根尖倒预备的方法

根尖倒预备的传统方法是钻针备洞，由于手术入路的限制，钻针备洞主要有三个缺点：①入口有限，需斜行切除根尖；②倒预备的窝洞常偏向腭侧，甚至穿通腭侧根管壁到达牙周膜；③根管末端不能有效的清理和封闭。

近来专用于根尖倒预备的压电超声尖（图 12-3）已经问世，与钻针备洞比较，有以下优点：①根尖切除时不必形成斜面，并能沿根管长轴进行倒预备；②因切割牙本质的速度减慢，有效防止根管壁受到过度切削；③减少了洞壁玷污层的形成，窝洞更加清洁；④具备足够的深度和良好的固位型。有资料提出超声预备会在牙根面造成裂痕，这一点并未得到公认，这些裂痕的临床意义也不清楚。另有使用声动手机（sonic handpiece）进行根尖倒预备的零星报道，因资料尚少，亟待进一步的研究。

根尖倒预备必须具备足够的深度，通常应到达充填良好的牙胶或根管桩的底部。超声尖预备的深度一般为 3mm，如果需处理的根管超出超声尖的范围，可用血管钳夹持根管锉来完成根管的清理和成形，或者把超声根管锉弯成适宜的角度来进行。在确定治疗计划时，如果发现根管桩下方需要处理的根管较长，应首选去除根管桩进行根管治疗或根管再处理。

（三）根尖倒预备的洞型

1. 单面洞预备（single surface cavity） 在超声工作尖问世以前，这种洞型在临床上使用较少，仅对病变范围较大的病例可行，并且需要使用微型手机（microhead handpiece）和短钻针。如果使用超声器械进行根尖倒预备，可沿根管走向制备单面洞。

2. 沟槽式预备（slot preparation） 在手术入口极度受限或没有超声器械的情况下，可选择槽式预备，用裂钻在牙根面制备沟槽。这种洞型能较全面地清理根管壁，但对牙根狭窄的病例如下颌磨牙近中根，因较难确保钻针居于牙根中央，易发生牙根侧穿。

3. 浅碟形预备（saucer preparation） 根尖切除后，用粘结性的充填材料覆盖牙根末端的一种手术方法。操作时先用大圆钻将牙根末端制备成浅碟状，涂布牙本质粘结剂后充填复合树脂。如果选用玻璃离子水门汀，根面可不做预备，材料直接覆盖于根尖断面即可。这种方法在离体牙和动物实验中已得到肯定，尚未见临床报道。

九、根尖倒充填

根尖倒充填的目的是封闭根管末端，防止根管系统内的微生物及其代谢产物侵入根

尖周组织，促进根尖周病变愈合。理想的根尖倒充填材料应具有以下性能：①无渗漏；②生物相容性好；③与牙体组织产生粘结；④无溶解性；⑤具抗菌性；⑥易于操作，不受潮湿环境的影响；⑦X线阻射。至今尚无任何材料可满足上述的所有要求。目前临床上使用的倒充填材料主要有银汞合金、丁香油氧化锌水门汀、玻璃离子、复合树脂、Cavit、MTA等。

（一）银汞合金

银汞合金易于操作且X线阻射，多年来被广泛地用于根尖倒充填。但是银汞合金存在边缘微渗漏、生物相容性差、腐蚀、染色、临床疗效欠佳等缺点，近年来在根尖手术中的使用逐渐减少。

1．微渗漏　检测银汞合金的封闭性能主要通过染料渗透试验，近年来多用细菌替代染料来进行。研究表明银汞合金倒充填体与根管壁间存在明显的微渗漏，涂布洞衬剂后微渗漏有所减小。与丁香油氧化锌水门汀、玻璃离子、复合树脂和Cavit等倒充填材料相比，银汞合金的微渗漏最大。

2．生物相容性　基于对汞危害的考虑，银汞合金是否继续作为牙体修复材料已受到越来越多的争议。用组织学染色技术对汞成分进行示踪，发现银汞合金倒充填体的邻近组织中有汞微粒，其周围可见炎症细胞，提示合金成分自根尖倒充填体内游离进入周围组织。动物实验和组织学研究的结果也显示银汞合金倒充填体的邻近组织中常见炎症反应，程度和范围都超过其他根尖倒充填材料。

3．腐蚀和染色　无论是牙体修复还是根尖倒充填，银汞合金都会发生腐蚀。关于腐蚀产物的去向尚不清楚。有学者认为这些产物与局部的炎症反应有关。银汞合金受到腐蚀后还会使一些患者的口腔粘膜染色，染色的原因可能与银盐生成有关。

4．临床疗效不佳　银汞合金倒充填的病例临床疗效较差，成功率约为60%～70%。

（二）丁香油氧化锌

丁香油氧化锌是继银汞合金后、目前使用最广的根尖倒充填材料。Dorn和Gartner的临床调查显示丁香油氧化锌类倒充填体（IRM和Super EBA）的治疗成功率远高于银汞合金。Pitt Ford近期的系列研究表明Super-EBA和IRM的生物相容性优于其他配方的丁香油氧化锌。Super-EBA和IRM是两种加强型的丁香油氧化锌，粉液剂型，具有微渗漏小、强度高、溶解度低和抗菌性能好等优点。病理学检查在其表面可见异物巨细胞。根尖倒充填时，先将粉剂和液剂按比例调和，在调拌板上搓成细条状，用输送器放入预先干燥的倒充填窝洞中，加压使之与根管壁密合，去除根面多余的材料，硬固后用抛光车针平整根尖断面。

（三）玻璃离子水门汀

玻璃离子水门汀在近年来才被用于根尖倒充填，但其抗菌性能和封闭性能一直受到争议。有研究发现在根管内无感染的情况下，玻璃离子倒充填体周围的组织反应较好；但充填感染根管时，由于材料的聚合收缩，细菌聚集于材料和根管壁之间的微隙处，组织愈合不佳。将玻璃离子水门汀覆盖整个牙根断面或用光固化型材料可提高封闭性能。至于玻璃离子是否优于银汞合金，目前尚缺乏远期的临床疗效评价。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（四）复合树脂

有关复合树脂倒充填体的研究目前还局限在离体牙和动物实验阶段。Rud 等用复合树脂充填蝶形预备的倒充填窝洞，动物实验中取得了良好的近期和远期疗效。这种技术成功的关键在于隔湿，否则材料与牙体表面将失去粘结性。

（五）Cavit

Cavit 的主要成分是氧化锌和硫酸钙，在潮湿环境中硬固，易于操作。Pitt Ford 等报道 Cavit 与 IRM、Super-EBA 的生物相容性及溶解度相似，其表面同样也观察到异物巨细胞。有关 Cavit 用于倒充填的临床研究不多。

（六）MTA（mineral trioxide aggregate）

MTA 是最新型的一种牙根修补材料，除作根尖倒充填之外，在修补髓室底和根管穿孔、直接盖髓以及根尖诱导等方面也取得了可喜的进展。MTA 由亲水颗粒组成，主要含硅酸三钙，硅酸二钙，铝酸三钙和铝铁酸四钙。与无菌水调和后的 pH 值为 10.2，3 小时后上升至 12.5。MTA 在潮湿环境中硬固，X 线阻射。MTA 粉末的电子探针显微分析（electron probe microanalysis）结果显示，材料中最主要的成分是钙离子和磷酸根离子。体外研究显示 MTA 的微渗漏低于银汞合金和丁香油氧化锌材料。动物实验中，血液污染对 MTA 的性能无显著影响，MTA 倒充填体周围仅有轻微的炎症反应，有的表面还可见新生牙骨质，这是其他材料难以企及的优点。进行倒充填时，将 MTA 粉末与无菌水调和成厚糊状，由专用器械如 Messing Gun，MTA 输送器等输送人倒充填窝洞中，轻微加压后，湿润的小棉球去除根面多余的材料。由于 MTA 硬固至少需要 3 小时，填充 MTA 后应避免用水冲洗骨腔，关闭切口时防止造成 MTA 的移动。

十、关闭术区

关闭切口前，首先将骨腔内的止血用品如纱布、骨蜡以及多余的倒充填材料清理干净，然后用盐水或无菌水冲洗术区（MTA 倒充填的病例除外）。待血液充满骨腔后，将粘骨膜瓣复位，湿纱卷置于前庭沟向骨面轻微加压数分钟，使瓣与骨面紧密贴合，然后缝合切口。

缝线有肠线、尼龙线和丝线等。肠线的优点是单股，组织创伤小，但操作不便；丝线由多股拧成，操作方便，但是在口内容易造成细菌的聚集，使用氯己定液漱口可以预防和减少感染；单股的尼龙缝线也受到部分术者的欢迎。缝线有不同的粗细，应挑选不会拉伤粘膜又易于钳夹的缝线，一般而言，多用直径为 0.15mm 的丝线或尼龙线。缝针的大小和形状十分重要，应选择便于穿过牙齿邻间隙的缝针。

间断缝合和悬吊缝合是最常用和基本的缝合技术。垂直切口采用间断缝合，水平切口可用间断或悬吊缝合。此外还可采用垂直褥式、锚式等缝合技术。缝合时应用尽量少的缝针来达到瓣的稳定，牙间部位的缝线应穿过每一个龈乳头。

组织瓣复位缝合后，用生理盐水纱卷置于唇颊沟向术区加压 10～15 分钟，以减少骨面与组织瓣间的血凝块厚度，促进 I 期愈合。如果组织瓣的边缘对位不良，下方的血凝块易发生感染，引起术后疼痛、肿胀并影响愈合。

十一、术后护理

术后护理对于伤口的愈合十分重要。术后第一天应嘱咐患者：①麻醉药效消退前不要进食；②不要牵拉唇颊和口角；③不要刷牙；④术后6～8小时内间歇性冰敷唇颊部以预防或减轻肿胀；⑤为减轻术后不适，48小时内可服用镇痛药物；⑥如果出现术后并发症，及时与医生联系。

自术后第二天开始，病员须用氯己定液漱口，每天2次，连续5天，这样有助于减少缝线和伤口边缘的菌斑聚集。关于拆线的时间，过去主张在术后4～7天，现在认为应在术后48小时内拆除缝线。

十二、复查

根尖手术后3个月，骨缺损开始修复，在X线片上将有所反映，因此对患牙的复查最早可在术后3个月，之后在术后6个月、12个月和24个月定期复查。Rud等在1972年首次对根尖手术的愈合提出较为详尽的分类，Molven等在1987年做出了修正。现在通常将根尖手术的愈合分为4级：完全愈合，不完全愈合（瘢痕化），不确定愈合和失败。虽然这是根据X线片进行的分类，但与组织学的表现有很高的一致性。其中被评定为不确定愈合的病例只有经过长时间的追踪后才能视为稳定的成功病例。

Rud和Andreasen认为根尖手术的病例复查应持续至术后4年。复查包括临床和X线检查两个方面，如果患牙无临床症状和体征，X线片示骨缺损修复和牙周膜形成，视为成功（完全愈合）；如果患牙出现疼痛、松动、肿胀、瘘管等异常体征，和（或）X线片示骨缺损区无硬组织修复甚至范围扩大，视为失败；如果患牙无临床症状或异常体征，X线片示骨缺损范围缩小（不确定愈合），可继续观察一段时间；有的患牙在根尖区见到新月形的X线透射影，多为瘢痕愈合（不完全愈合），也视为成功。

第五节　穿孔修补术

穿孔是一种严重的并发症。绝大多数穿孔是医源性的，少数情况下因牙根吸收所致。穿孔为髓腔和根管系统与根周组织间创造了异常交通，对牙周组织的破坏性极大。穿孔治疗的疗效主要受穿孔的原因、治疗时机、治疗方案、修补材料、机体反应和术者的操作技能等因素的影响。

一、病因

（一）医源性损伤

开髓、寻找钙化根管、桩腔预备、取出根管内折断器械等操作中，器械方向偏离或牙体切削过度都可造成髓室或根管壁的穿孔。机动根管预备器械，如G型钻、超声锉等使用不当也是导致穿孔的常见原因。这类穿孔主要通过非手术治疗，如非手术治疗无法开展或疗效不佳，才选择手术修补。

（二）进行性吸收

进行性牙根内吸收和牙颈部外吸收是病理性穿孔的两个主要原因。内吸收造成的穿

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

孔大多用非手术的方法修补。牙颈部外吸收所致的穿孔应采用外科治疗，术中力求彻底去除炎性肉芽组织，修复缺损，封闭穿孔。为彻底破坏和去除肉芽组织，可用三氯醋酸（trichloracetate acid）处理穿孔区。

（三）龋坏

多根牙颈部龋可致根分叉穿孔，治疗方法有牙冠延长术、牙根牵引术和牙半切术。

二、操作方法

穿孔可发生于牙根的任何部位：龈沟水平、牙槽嵴下方、根中份、根尖。不同部位的穿孔，治疗的方法和预后也不同：①龈沟水平的穿孔多为髓室穿孔，常从髓室内充填修补；②牙槽嵴下方的穿孔，如果邻近的牙周组织健康、上皮附着完整，只需翻起全厚粘骨膜瓣，清理穿孔区的软组织，用玻璃离子、复合树脂、MTA 等材料完成修补即可。如果治疗不及时，感染易扩散至邻近组织，引起局部慢性炎症。一旦穿孔与龈沟通连，应联合牙周手术以保证手术疗效。对已有牙周组织破坏的患牙，如果受穿孔部位的限制不能通过牙周手术进行修补，预后往往不佳，这种情况可考虑牙根牵引术；③根中份的穿孔首选非手术治疗方法，如果效果不佳，再进行手术修补，但仅限于手术器械能够达到的病例。手术前先完成根管清理，术中用牙胶充填根管后再封闭穿孔。如果已完成根管充填，术中用刮匙去除穿孔区的软组织，修整不规则的缺损边缘，必要时制备固位型，充填修补材料封闭穿孔。对于根管桩引起的穿孔，有时需磨除少许突出的桩体，然后填补穿孔；④根尖段穿孔的治疗多采用根尖切除术。

手术修补的材料有多种选择。银汞合金一度是修补穿孔的主要材料，现在已不主张使用。目前最常用的是丁香油氧化锌水门汀。如果术区能够很好地隔湿，也可用快速固化型的玻璃离子或复合树脂。MTA 具有良好的封闭性能和诱导牙骨质沉积的作用，目前已有修补穿孔的成功报道，预示着 MTA 在修补手术中的良好应用前景。

第六节　意向再植术

意向拔牙和再植术是将患牙拔除后经过离体处理、再植入牙槽窝的手术。这种手术方法可追溯到 300 年前，目前在临床开展不多。意向再植术仅在根管治疗或根尖切除术无法开展、而患者又不愿拔除患牙的情况下，作为一种尝试。意向再植术的操作步骤是：①拔牙前对根管通畅的部分进行清理、成形和充填，用永久性的修复材料封闭髓腔入口；②尽可能无损伤地拔除患牙，轻轻搔刮牙槽窝基底部去除根尖区的异物，用无菌纱布盖住牙槽窝的表面；③用浸有生理盐水的湿纱布包裹患牙牙根，完成根尖切除、倒预备和倒充填；④再植前，用生理盐水冲洗牙槽窝去除血凝块，同时冲洗牙根去除根面残留的异物；⑤患牙再植入牙槽窝后，一般不需固定。如要进行固定，不应超过 7 ~ 14 天，并应保留牙齿的生理动度。

根尖区持续 X 线透射区和（或）牙根吸收是意向再植术的主要并发症。导致根尖区持续透射影的原因主要是根管系统的感染扩散或根尖切除后对末端根管的清理和充填不当。牙根吸收常常由于拔牙、根尖倒预备或再植时损伤牙骨质所致。牙根吸收最常见的形式是炎症性吸收，置换性吸收和骨性粘连较为少见。为提高意向

再植术的成功率，减少并发症，手术中应遵循下列原则：①尽量减少拔牙和再植的创伤；②动作轻柔，勿伤及牙根面并保持根面的湿润；③根尖倒预备和倒充填时，尽量清理和充填至可达到的深度；④在15分钟内完成再植；⑤弹性固定7～14天，并使患牙脱离咬合接触；⑥术前、术中和术后使用抗生素；⑦再植后5～7天内使用氯己定漱口液。

第七节　截根术和牙半切

一、截根术

截根术是一种古老的治疗方法，仅限于多根牙，通过手术切除其中一个病变牙根，保留剩下的一个或多个牙根。截根术的适应证包括重度牙周炎、重度根尖周炎、牙髓牙周联合病变、根折、牙颈部外吸收以及牙根穿孔继发感染等。根分叉低位、牙根融合、多个牙根阻塞、余留牙根过短、牙周附着严重丧失或不可修复的患牙，不宜行截根术。此外，还应依据患牙在牙列中的位置、治疗预后以及固定义齿修复的费用，对采用截根术还是拔牙后固定义齿修复做出选择。

实施截根术之前，首先应对患者的牙周健康状况做出全面的评估，记录每个牙附着丧失的情况。对拟保留的牙根完成根管治疗，并用永久修复材料充填拟切除牙根的根管上段，以前常用银汞合金，现在多选择玻璃离子类材料。在手术前进行根管治疗的优点主要是了解患牙的根管形态，避免对C形根管的患牙误行截根术。

截根术的手术步骤如下：①翻起全厚粘骨膜瓣；②用细长的锥形裂钻水平或斜行切断牙根；③取出断根；④修整牙槽骨；⑤粘骨膜瓣复位缝合。

二、牙半切

牙半切是将下颌磨牙病变严重侧的牙根连同半个牙冠一起切除的手术方法。如果穿孔致根分叉破坏，可在根分叉处将下颌磨牙一分为二，成为两个独立的牙齿（分牙术）。牙半切的前提条件是患牙根分叉的位置不能过低。行牙半切或分牙术的患牙，术后都要进行全冠修复以防牙折。

准确的诊断、完善的根管治疗、精细的手术操作、适当的牙体修复以及良好的口腔卫生是治疗成功的保证。据资料统计，牙半切手术的远期疗效基本令人满意。

第八节　引导组织再生术

根管外科中，引导组织再生术（guided tissue regeneration，GTR）主要应用于：①唇颊侧和舌腭侧根尖周骨板同时丧失的贯通型病变（through and through periapical lesion）；②大面积根尖周病损；③根尖周病变、根分叉穿孔或根管侧穿所致的牙髓牙周联合病变。

引导组织再生术使用的薄膜有两种：非吸收型和可吸收型。非吸收型薄膜因不能被组织吸收，需二次手术取出，现已较少使用；吸收型薄膜操作方便，目前使用较普遍。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

手术时先将薄膜修整成与骨缺损区相对应的形态，放置在骨面上，覆盖骨缺损及其边缘2～3mm的正常骨板，然后把粘骨膜瓣复位缝合。薄膜位于骨缺损之上、组织瓣的下方，目的是促进骨腔内成骨，防止纤维结缔组织长入。研究证实膜的存在促使骨愈合更加迅速和完全，但作用的确切机制尚不明了，可能有：①阻止成纤维细胞向骨腔内生长；②改变成纤维细胞的生长方式；③增加局部生长因子的浓度；④膜本身可刺激成骨。

第九节　组织愈合

组织愈合与结缔组织和血凝块有无受到感染密切相关。没有感染的情况下，组织瓣复位后，上皮细胞增殖关闭切口，保护骨腔内的血凝块免受感染。因此手术中切忌损伤粘骨膜瓣并应仔细复位以减少结缔组织和血凝块的暴露。术后第1周，患者应使用氯己定漱口液维护良好的口腔卫生。

一、骨的愈合（osseous healing）

没有感染时，新生血管沿骨腔内血块的边缘长入，形成肉芽组织。在对狗牙的研究中，术后1周可见肉芽组织取代大部分血凝块。随着新生血管的生长迁移，成纤维细胞成熟，分泌结缔组织基质，在骨腔的边缘这种现象最为活跃。正常情况下，网状骨将占据骨腔的大部分空间，然后转化为松质骨。骨的愈合是机体骨创面炎症反应的结果，不是根尖手术的治疗反应，因此不受牙的愈合的影响。

二、牙的愈合（dental healing）

新生血管自牙周韧带长入血凝块，包裹牙根末端，然后分化出特定的结缔组织细胞，形成牙骨质、牙周膜和牙槽骨。在没有感染或刺激物存在时，牙根末端暴露的牙本质表面将有骨质沉积。理论上根尖倒充填材料的表面都可有牙骨质沉积，但常规的倒充填材料表面往往见到纤维束，仅MTA倒充填的病例中，牙根断面和材料表面有新生牙骨质。牙愈合的速度比骨愈合慢。有研究指出根尖切除后，用枸橼酸处理牙根断面可加速愈合。

如果根管内有感染物或根尖倒预备和倒充填不完善，就难以发生预期的愈合。在根尖倒充填体的表面以及暴露的牙本质小管区域，常伴炎症反应，牙根末端无牙骨质沉积，取而代之的是破骨细胞吸收牙本质。骨基质的钙化是愈合过程中最缓慢的一步，因此当组织学上见到骨基质形成时，X线片上尚不能显示骨的愈合征象。

（韦　曦）

第十三章 乳牙的牙髓治疗

保留乳牙的目的是为了美观、发音和维持咀嚼功能。虽然氟化饮水、保持良好的口腔卫生习惯以及实施窝沟封闭等措施极大地预防了龋病，降低了乳牙的患龋率，但仍有大量乳牙因龋及其继发疾病而过早丧失。乳牙早失可导致牙弓长度改变，恒牙不能按正常位置萌出继而导致错𬌗畸形。乳牙龋病得不到及时治疗则会导致牙髓病和根尖周病。乳牙的牙髓治疗方法主要包括保髓治疗和根管治疗，保髓治疗的目的是防止髓腔暴露，避免牙髓感染和坏死，主要有盖髓术和牙髓切断术。根管治疗是当牙髓发生感染、坏死，甚至出现根尖周病变时的治疗措施。

在保存牙髓方面，牙科医生常面临许多问题：如何保护牙髓？受损的牙髓能否愈合？如何愈合？哪些因素可促进其愈合或阻延其愈合？选择哪种治疗方案能避免牙髓坏死？如何防止损伤发育中的恒牙胚等？为了理解上述问题，我们先回顾一下有关牙髓-牙本质复合体的生理及病理学特点。

第一节 牙髓-牙本质复合体

牙本质和牙髓在物理组成上不同，但它们在胚胎发育上密切联系，功能上相互依存，作为一个生理反应单位，被视为一种组织即牙髓－牙本质复合体。牙本质内有许多牙本质小管，小管内有成牙本质细胞突和体液循环。牙髓组织内有神经、血管和各种细胞，牙髓通过成牙本质细胞伸入牙本质小管的细胞突与牙本质连为一体。冠髓被牙本质和釉质覆盖，根髓由牙本质和牙骨质包绕。只要它们保持连续，牙髓就被保护并保持健康。除了外伤或磨牙等使根尖血运受压，导致牙髓的病变如变性或坏死外，大多数的牙髓病理状态是由于外层保护屏障的破坏而引起的，如龋坏、折裂、磨损或不良的操作等，在牙髓腔与口腔之间直接或通过牙本质小管间接建立通道，通过这些途径，许多物质如微生物、化学性物质等侵入髓腔，引起牙髓组织的一系列反应，最终可能导致炎症和组织破坏。

一、牙本质及其渗透性

牙本质是钙化组织，由上百万纵向排列的小管组成，因此它是一种多孔的

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

结构。恒牙牙本质小管的密度约 40000 ~ 70000/mm^2。在釉牙本质界牙本质小管的直径约为 1μm，而牙髓表面的牙本质小管直径为 3μm，小管中含有类似于细胞外液的液体。

在龋坏等的作用下，细菌毒素渗入牙本质小管，引起牙髓损伤。牙本质小管的密度和直径决定了不同层面牙本质小管所覆盖的面积。在釉牙本质界仅有 1%，而髓腔周缘则有 42%（平均 22%）的面积由牙本质小管覆盖．这一特征具有重要的临床意义，由于牙本质小管的直径和密度在朝向髓腔的方向增大，渗透性呈几何级数增加，并且乳牙的牙本质层较薄，因此当牙本质暴露或部分丧失时，越靠近髓腔则渗透性越大，牙髓对化学或细菌刺激就更为敏感。

牙髓受渗透入髓腔的物质如细菌产物等的影响，会引起从轻度炎症到脓肿形成一系列不同的反应，其严重性与到达髓腔的有害物质的浓度有关。另一方面，暴露的牙本质及髓腔内丰富的血运可使有毒物质扩散，从而减轻其作用。

二、牙髓

牙髓与牙本质紧密接触，并且只有在牙釉质以及牙本质防御作用的保护下才能存活。牙髓的主要作用是形成牙本质，并参与防御过程。有学者认为牙髓可能在乳牙根生理性吸收中起重要作用。如果这一作用被证实，则应重视牙髓摘除术后牙髓丧失对乳牙生理性根吸收的影响。

牙髓包括细胞、细胞间质、纤维及其他成分如血管和神经。乳、恒牙牙髓的组织结构基本相似，成牙本质细胞排列在髓腔周缘，并且其细胞突起伸入牙本质小管中。成牙本质细胞的排列如下：柱状成牙本质细胞位于冠髓，立方形细胞位于中段，扁平细胞位于根尖区。成牙本质细胞层下方为无细胞带，含有血管神经丛。在该层内侧为多细胞层。恒牙根髓无多细胞带，在冠髓也不常见。乳牙多细胞带的缺乏与其易磨耗和刺激性牙本质形成有关。

牙髓中的大血管主要分布于冠髓并向成牙本质层下方伸出分支。胶原纤维杂乱紧密地冠向分布于根尖 1/3 区，而根中 1/3 及冠髓的胶原纤维纤细、松散、无序。

神经主干冠向排列，其末端分布在乳恒牙有差别。恒牙的神经纤维分布于成牙本质细胞之间，部分甚至穿入前牙本质层并圈回。乳牙的神经纤维到达成牙本质细胞区，末端游离。乳牙神经分布的密度低于恒牙，这一结构特点可以解释一些临床现象，如乳牙在治疗时不如恒牙敏感，当乳牙发生吸收时神经发生变性等。神经组织在乳牙牙髓发育中最晚成熟，而根吸收开始后却最早退化变性。

第二节 乳牙牙髓病的检查和诊断方法

一、病因

龋坏是引起牙髓损伤最常见的原因之一。牙髓的变化包括从浅龋刺激修复性牙本质的形成到深龋引起慢性炎性渗出的过程。有关被细菌及其毒素感染的牙髓的愈合能力仍有争议。将龋坏牙本质或菌斑封在深窝洞中，牙髓感染将在数小时内发生，但若去除刺激并封闭窝洞，牙髓又可恢复正常。实验也表明轻度感染牙髓在 7 ~ 8 天后可愈合，中

度到重度的牙髓感染在刺激因素去除后有可能恢复。

有关牙本质与牙髓两者间的关系的研究表明，乳牙牙本质并不能保护牙髓免受软龋或菌斑中的微生物所释放的毒素的刺激。然而，龋坏的扩散在牙本质中是逐步进行的，并可因牙髓－牙本质反应中牙本质小管的硬化而减慢。

二、牙髓反应

通常乳牙牙髓对刺激的反应与恒牙相似。因龋坏或操作过程导致的牙髓反应的严重程度与剩余牙本质的厚度（remaining or residual dental thickness，RDT）以及其钙化程度成反比。乳牙牙髓被相对较薄的钙化组织包绕，因而牙髓更易发生病理改变。在恒牙，若细菌渗入牙本质 1.1mm，将产生轻微的炎症；当病损距离牙髓少于 0.5mm 时，炎症反应程度加剧；当牙本质屏障被破坏将形成脓肿。乳牙牙髓对龋坏的反应程度较恒牙严重，当 RDT 为 0.7mm 时将发生不可逆性炎症。

有学者提出乳牙因有丰富的血运，对创伤、细菌感染及药物刺激等表现出的炎症反应与恒牙不同。乳牙的牙髓细胞发生改变将导致内吸收，而恒牙多发生钙化。牙髓增生和牙髓息肉在乳牙和年轻恒牙明显多见于牙根发育完成的恒牙。乳牙慢性感染的牙髓中发现的 Russel's 小体也可能与丰富的血循环有关，它使病变牙髓能存留较长的一段时间。此外，乳牙也能具有与恒牙相似的防御反应。

乳、恒牙的组织学状况很难评估。牙髓的临床表现与组织学表现之间的关联并不明显，有时临床上被判断为无炎症的乳牙，有可能已有了未被发现的牙髓改变及组织学变化。

三、临床诊断

在决定治疗方案之前，进行全面的临床检查做出正确诊断是非常重要的。由于牙髓处于坚硬的牙髓腔中，以及与牙周组织的紧密联系，使诊断较为困难，需要通过基本的和选择性的检查诊断方法综合分析予以诊断。基本的检查方法是指临床工作中借助于口镜、镊子和探针等器械进行的常规检查，并通过问诊、望诊、扪诊、探诊、叩诊等方法来实施。选择性的检查方法是指在基本检查方法的基础上有选择性应用的方法，如冷、热诊牙髓活力检查、电诊牙髓活力检查、X 线片检查等。经过各种检查，结合临床症状综合推断，最后做出诊断。

牙髓病的临床诊断，有以下几个特点：

（一）既往史

有一份系统、明确的患儿既往史是十分重要的，因为有系统性疾病的患儿可能需要不同于健康儿童的治疗。

（二）病史和疼痛史

儿童的病史较难获得，有时甚至得到误导的信息。儿童会以他们认为对自己最有利的方式回答问题，或者由家长指出龋洞最大或颜色最深的牙齿。病史的重要部分是疼痛史及其性质。疼痛是牙髓炎的突出症状和重要临床表现，它包括受到某种刺激后诱发的激发痛和不受外界刺激而发生的自发痛。激发痛多因过冷、过热食物的温度变化，食物中的甜、酸刺激或食物嵌入龋洞后而引起。乳牙牙髓炎对各种刺激引起的疼痛反应不

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

一，有的反应不明显；有的虽可引起疼痛，但当刺激去除后疼痛立即消失；有时即使在刺激去除后疼痛还可持续一段时间。自发痛或重或轻，重者可能有跳痛感、持续痛，轻者疼痛不明显。急性牙髓炎的疼痛常常夜间发作，患儿不能很好地睡眠，或从熟睡中痛醒，而常常又不能指出患牙的确切部位。因而，在询问病史时，应尽量了解患儿和家长对疼痛变化的叙述。

（三）临床检查

临床检查包括口内和口外检查。应当检查牙齿有无龋坏、创伤和颜色改变。检查软组织有无与牙髓疾病有关的发红、肿胀、瘘管或脓肿。松动亦与牙髓病变有关，但应与生理性脱落的牙齿相区别。

（四）牙髓敏感测试

牙髓敏感测试包括温度测试法和电测试法。温度测试法是一种牙髓感觉的测试，利用冷、热刺激检查牙髓反应。冷测法一般采用氯乙烷或细冰棒；热测法用烤热的牙胶与牙面接触，观察反应。电测法是用电活力测定器对牙进行电刺激检查牙髓反应。但上述这些检查对儿童并不准确可信。儿童眼神的变化比语言表述更能说明问题，儿童可能已有严重的牙髓病却无主诉症状。乳牙在生理性根吸收过程中神经末梢变性，数量减少，对冷、热及电流的敏感性降低，因此牙髓活力测试对乳牙的意义不大。此外，牙龈或牙周膜的反应亦可导致假阳性结果。

（五）X 线检查

X 线检查是一项很重要的检查方法，对牙髓病和根尖周病的诊断和疗效的判断有重要意义。从乳牙的 X 线片中应注意观察以下内容：①龋病的深度及与髓腔的关系；②髓腔内有无钙化，有无牙体内吸收；③根尖周围组织的状况和程度。例如，根尖周围和根分歧部位是否出现硬骨板破损、骨质破坏以及髓室底吸收或髓室底穿通等现象；④乳牙牙根是否出现生理性或病理性吸收；⑤恒牙牙胚发育状况及其牙囊骨板有无受损等。恒牙牙胚发育状况包括牙胚的发育程度、所处的位置、牙胚外包绕的牙囊骨壁是否完整。正常牙胚有清晰的牙囊骨板包绕，若骨板破损说明乳牙根尖周炎症可能已影响到恒牙胚。

牙齿的 X 线片有它的局限性。例如，对于一个三维实体的牙齿，X 线片只能显示一个二维的图像，同时由于牙齿周围解剖结构的干扰或影像的重叠，往往不易明确是否有病变或病变的范围大小，此时需要更换投照角度再次摄取 X 线片进行比较，或结合其他检查综合判断。

第三节 乳牙牙髓病的分类

牙髓炎的分类主要有两类，一类是根据临床表现分类，另一类是根据病理表现分类。由于牙髓病的临床表现和组织病理学改变的不一致性，故临床诊断与病理学诊断符合率较低，因此，乳牙牙髓病的分类多是按临床表现进行的，即分为急性牙髓炎、慢性牙髓炎、牙髓坏死和牙髓变性等。

一、急性牙髓炎

小儿急性牙髓炎（acute pulpitis）多来源于龋病，并且多是慢性牙髓炎急性发作。

当龋源性的慢性牙髓炎症引流受阻，微生物感染和外界刺激加强，或身体抵抗力减弱时则可导致急性发作。

（一）临床表现

乳牙急性牙髓炎的重要症状是疼痛，可表现为自发痛，冷热刺激痛，但乳牙急性牙髓炎对温度刺激的反应不如成人恒牙牙髓炎强烈。探诊疼痛，有时可见少量脓液或血液自穿髓孔处溢出。叩痛发生在炎症波及根尖周组织或根分歧部位根周组织，或慢性牙髓炎急性发作的患牙。X 线片显示根尖周正常，但随着病变范围扩展，可显示牙周膜间隙增宽、硬骨板破损等 X 线影像。

（二）诊断要点

急性牙髓炎可根据疼痛的特征诊断，如较尖锐或较剧烈的自发痛，影响患儿睡眠，冷热刺激可引起或加重疼痛，牙齿有龋洞或有充填物等。如痛侧有好几个可疑患牙时，应逐一检查，确定急性牙髓炎的患牙，以便立即解除患儿疼痛。

二、慢性牙髓炎

慢性牙髓炎（chronic pulpitis）绝大多数来源于龋病，也可由急性牙髓炎转化而来，是最常见的乳牙牙髓病。慢性牙髓炎根据穿髓与否分为两类，未穿髓者称慢性闭锁性牙髓炎，穿髓者称慢性开放性牙髓炎。慢性开放性牙髓炎又可分为慢性溃疡性牙髓炎和慢性增生性牙髓炎。

（一）临床表现

慢性牙髓炎的症状轻重不一，相差较大，多数患牙症状轻微甚至无明显症状。慢性溃疡性牙髓炎较为多见，因髓室已穿孔利于引流，仅有轻微症状。慢性增生性牙髓炎常见于龋病穿髓孔较大的乳磨牙、外伤冠折露髓后的乳前牙，检查可见龋洞中或冠折露髓处有红色肉芽组织，探诊不痛而易出血。慢性闭锁性牙髓炎是深龋接近牙髓，龋蚀刺激通过薄层牙本质而产生的慢性牙髓炎症。一般有不定时的自发性疼痛，冷热刺激痛。

（二）诊断要点

慢性溃疡性牙髓炎的特征是患牙有深龋，已穿髓，牙髓仍有活力。慢性增生性牙髓炎则为患牙有深龋，已穿髓，穿髓孔较大，龋洞内充满来源于牙髓的息肉。无明显症状的慢性闭锁性牙髓炎需与深龋鉴别，深龋无自发痛，仅有激发痛，并且在刺激去除后疼痛即可消失。对深龋未穿髓的乳牙应尽可能保护牙髓，但乳牙患深龋时牙髓多有炎症，应尽可能通过治疗保存部分牙髓及其牙髓活力。

三、牙髓坏死

牙髓坏死常是牙髓炎发展的自然结局。

（一）临床表现

一般无疼痛症状，牙齿多有变色，开髓时无痛，多有恶臭。

（二）诊断要点

牙髓坏死的诊断主要根据牙髓已无活力，有牙髓炎或外伤史，牙齿变色等。

四、牙髓变性

牙髓变性种类很多，与乳牙最有关的是牙体吸收。牙体吸收有生理性吸收和病理性

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

吸收。生理性吸收是指乳牙牙根的自然吸收，即当儿童达一定年龄时，由于继承恒牙牙胚萌出过程中产生的压力，使乳牙牙根发生生理性吸收而脱落，同时恒牙萌出。病理性吸收有内吸收和外吸收。内吸收或外吸收有可能出现在乳牙牙髓炎、根尖周炎症、牙外伤和经活髓切断术、盖髓术治疗的牙。

（一）临床表现

牙体吸收的乳牙一般无自觉症状，常常是在X线片检查时才发现。

（二）诊断要点

诊断牙体吸收的主要依据是X线片的典型表现。例如，髓室壁出现边缘不规则的透射区，根管内某部呈圆形扩大。大范围的内吸收显示出穿通牙齿的透射区或窝状透射区，外吸收则显示某段根面粗糙或牙根缩短。

第四节　乳牙牙髓病的治疗

乳牙牙髓治疗的目的是：去除感染和慢性炎症，消除疼痛；恢复牙齿功能，保持乳牙列的完整性，以利于颌骨和牙弓的发育；延长患牙的保存时间，以发挥乳牙对继承恒牙的引导作用和避免对继承恒牙胚的不良影响；维持良好的咀嚼功能，提高消化和吸收能力，以利儿童的健康成长。乳牙牙髓病治疗方法分为保守治疗方法与基本治疗方法。

一、乳牙牙髓的保守疗法

（一）垫底（protective base）

乳牙的牙本质薄且具渗透性，垫底不当容易造成牙髓并发症。过去认为垫底的目的是防止化学或温度刺激牙髓，为牙髓提供一层保护层。然而，牙髓病的现代病因学认为温度刺激及充填材料的毒性并非是造成牙髓并发症主要病因，更重要的是存在于充填材料与牙体之间的微渗漏和微生物繁殖所造成的刺激。

乳牙的垫底具有其特殊性，既要考虑到垫底材料对牙髓的刺激性，又要考虑到过厚的垫底层削弱修复体，不利于固位，因此一般选用对牙髓无刺激的氧化锌丁香油粘固粉作单层垫底，也可选用既对牙髓刺激小，又具有良好抗压强度的聚羧酸锌粘固粉作单层垫底。现在人们认为在金属修复体下垫氢氧化钙可防止导热导电，其实这是一种错误的观念，牙本质本身即是良好的绝缘体。研究表明，粘结剂与粘结体系能减少患者的术后敏感及微渗漏的发生；在牙本质与修复树脂之间涂上薄层粘结剂所形成的嵌合作用具有最有效的封闭作用。

（二）间接盖髓术（indirect pulp capping）

间接盖髓术目的在于去除大块龋坏组织，保留近髓处的牙本质，避免牙髓暴露，保护牙髓促使其自行修复。实施这种治疗应先经过细致的检查，患牙为深龋未及髓，无自觉症状或表现为可复性牙髓炎。间接盖髓术可一次完成或分两次就诊。

1. 适应证　深龋近髓或外伤牙冠折断近髓而无明显牙髓炎症症状的患牙；症状轻微的轻度牙髓充血的患牙。

2. 治疗步骤

（1）去龋、制备洞形。

（2）盖髓：冲洗、干燥，洞底覆盖盖髓剂。

（3）充填：垫底、充填。

若不能肯定牙髓状况需要观察牙髓反应时，可在盖髓后用氧化锌丁香油粘固粉暂时充填观察，4～6周后若无症状可去除表层暂时充填材料，垫底永久充填。

间接盖髓术成功的重要条件是牙髓健康。间接盖髓术提供良好的封闭作用，以防止微渗漏、感染或软化牙本质的再感染。反对间接盖髓术者认为这样的操作等于剩余龋坏牙本质，更易造成牙髓的感染。

（三）直接盖髓术（direct pulp capping）

直接盖髓术是将保护性药物置于露髓处以保护其活力。成功的直接盖髓术，牙髓将反应生成不规则的牙本质桥，重新封闭暴露的髓腔。氢氧化钙作为直接盖髓剂可以促进牙本质形成，但使用其他药物作为盖髓剂后也可见牙本质桥形成，这是因为牙髓受损后具有生成钙化组织的倾向，而非氢氧化钙的特殊功效。牙本质桥并非有效屏障，组织学切片表明X片上可视的牙本质桥实际上是一种多孔结构，89%的牙本质桥呈筛孔状，因此，若冠部存在微渗漏，微生物将最终影响到牙髓。有研究也提出氢氧化钙用于乳牙直接盖髓后将引起内吸收，其原因可能因为乳牙牙髓细胞成分多并且难以止血造成的。

1．适应证　备洞时的意外露髓，露髓孔直径小于1mm的患牙；外伤冠折新鲜露髓的患牙。

2．治疗步骤

（1）隔湿：患牙露髓后立即使用橡皮棒或消毒棉纱卷隔离唾液，并用吸引器排唾液。

（2）消毒：消毒手术区。

（3）盖髓：冲洗、干燥，覆盖盖髓剂。

（4）充填：氧化锌丁香油粘固粉或聚羧酸酯粘固粉垫底，常规充填。也可在盖髓后，用氧化锌丁香油粘固粉暂时充填，观察4～6周，若无症状，再行常规充填。

（四）牙髓切断术

牙髓切断术是一种被广泛采用的治疗龋坏乳牙或因创伤露髓的方法。牙髓切断术有活髓断髓术和失活后断髓术。活髓断髓术是在局部麻醉下切断和去除冠部牙髓组织，保留根部生活牙髓的治疗方法。失活后断髓术又称干髓术，是牙髓失活后，切除冠髓，将多聚甲醛干髓剂覆盖于根髓断面，通过干髓剂的作用，使根髓干燥、硬化、固定，成为无菌的干化组织的治疗方法。

1．活髓断髓术　一般认为牙髓的愈合只有在可复性炎症组织中才可发生，因此治疗前预测牙髓的状态非常重要的，其次是选择合适的盖髓剂。理想的材料应具备以下特征：①具抗菌性；②能促进根髓愈合；③具有生物相容性；④不影响牙根生理性吸收。但至今并未有理想的盖髓材料。

乳牙的活髓断髓，依据所用的药物分为两种类型，一种是切除冠髓后在牙髓断面上覆盖盖髓剂以保存根髓的活性，并在创面上形成一层硬组织屏障，临床上常用的盖髓剂是氢氧化钙；另一类治疗又称为FC断髓术、戊二醛断髓术，是在局麻下切除冠髓后，用甲醛甲酚（FC）或戊二醛处理牙髓创面并覆盖其糊剂，利用甲醛甲酚或戊二醛的作用，使与其接触的牙髓组织固定、防腐。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

（1）适应证和禁忌证：

适应证：患牙因龋、机械或创伤原因露髓，无疼痛，X 线片示正常。

禁忌证：不可以修复的乳牙；有自发痛史或持续痛；有瘘管形成；牙松动或 X 线片有异常表现，如髓腔钙化或内吸收，牙根间骨丧失，生理性根吸收达 2/3。

（2）术前准备：常规治疗器械，氢氧化钙糊剂、甲醛甲酚糊剂或戊二醛糊剂等药品，术前 X 线片。

（3）治疗步骤：①麻醉：局部麻醉，隔离手术区并用吸引器排除唾液污染；②制备洞形：消毒手术区，制备窝洞，去尽洞壁龋坏组织、去悬釉；③切除冠髓：冲洗窝洞，以高速钻开髓、揭去髓室顶，以圆金刚钻去除冠髓以减小创伤；④盖髓：生理盐水冲洗髓室，止血，将调制好的氢氧化钙糊剂盖于牙髓断面上，盖髓剂厚度约为 1mm，轻压使与根髓密切贴合；⑤充填：常规垫底、充填，或以预成冠即刻修复。

2. 氢氧化钙活髓切断术　氢氧化钙糊剂具有强碱性，能使组织表面坏死。牙髓的反应与直接盖髓术的修复过程一样，并在根管口形成牙本质桥，根髓保留活性并行使正常功能。因此，这一过程被认为是氢氧化钙的生物学反应。若治疗后因根尖组织炎症而失败，会发生内吸收以及乳牙早失.

以氢氧化钙直接盖髓或用于乳牙活髓切断术的有关报道结果不令人乐观：一年复查成功率 49%，两年复查成功率仅 31%。失败原因主要为慢性牙髓炎症和内吸收。内吸收可能是因为氢氧化钙的强碱性对乳牙牙髓的过度刺激所致，使牙髓组织细胞异变生成破牙本质细胞。有研究表明成功的主要因素不在于氢氧化钙，而是牙髓的状态。正确诊断以及有效止血被认为是乳牙牙髓切断术成功的关键。

3. FC 牙髓切断术　FC 牙髓切断术的适应证除牙髓未感染面露髓、可复性牙髓炎之外，急性炎症或亚临床慢性炎症也可适用。

FC 在 20 世纪初被引人应用于临床，它是甲醛甲酚的合成物。其化学反应如下：甲醛可与多数氨基酸及核酸形成甲基复合物，并进一步形成分子之间或分子内的甲基链接，使蛋白、溶酶体、细菌毒素等失活。甲醛与核酸的反应能解释其细胞毒性及突变作用。甲酚是一种亲脂剂，能溶解细胞膜，并且可能导致药物下方的细胞变化。甲醛甲酚对牙髓组织的作用是在药物与牙髓断面接触区产生凝固性坏死，坏死层下方的牙髓组织有轻度炎症性反应，其根尖部牙髓仍保持活力。

甲醛具有强的细胞毒性，牙髓组织针对其产生的免疫反应可能损伤其愈合能力。有学者提出应注意到甲醛进人机体对循环系统的影响。在牙髓切断术后标记于甲醛甲酚中的碳或氚在大多数器官很快就可发现，但这并不说明其以甲醛形式存在，因为它能被器官解毒或排泄，而且儿童在牙髓切断术后并未发现免疫反应。

临床及组织学研究表明，FC 牙髓切断术的临床结果有很大差异性，并且有不少争议。有研究结果表明，FC 牙髓切断术后 4 年的复查成功率达 93% ~98%，在第一年和第 2 年间的失败率最高；相反的研究则表明，FC 牙髓切断术后 3 年的复查结果显示其成功率不断下降：3 个月时为 91%，12 个月时为 83%，36 个月仅为 70%；有学者研究 110 条牙根在 FC 牙髓切断术后的组织学变化，结果表明 FC 牙髓切断术未使任何一根髓产生愈合，这一治疗疗法使剩余组织产生慢性炎症，并无新组织的生长。

4. 戊二醛牙髓切断术　FC 的缺点以及对甲醛成分的安全性的争论使人们寻求能替

代其的牙髓切断剂，戊二醛、硫酸铁、胶原胶和氰化丙烯酸被推荐为活髓切断术的替代剂。还有学者建议采用非药物型的牙髓切断术，如用电流、激光或其他能量处理根髓组织以减少剩余组织的感染并使其表面凝固，但目前尚无临床研究评估其成功率，有效的实验数据也很少。

戊二醛是一种亲脂性二醛，为一种温和的固定剂，比 FC 毒性小，术后根髓可保持良好活力，不易发生根管内吸收，极少发现根周炎症，故目前认为戊二醛糊剂更适宜乳牙牙髓切断术。戊二醛作为牙髓切断剂的优点有：①具有双重功效，能在分子间和分子内部形成蛋白链结从而更好地固定；②有限扩散；③良好的抗菌性；④对牙髓组织损伤小；⑤抑制机体对被固定组织形成抗体。

尽管戊二醛有许多优点，但仍缺乏足够的实验室和临床研究，同时戊二醛水溶液的不稳定性使其仍未商品化生产以替代 FC 在临床上推广应用，因此，FC 现仍用于乳牙牙髓切断术，虽然比起其他推荐使用的替代剂来讲它有许多缺点，但它为保留乳牙赢得了时间，优于现行的其他方法，这一药剂仍被认为是“不够理想中的最好的”。

二、乳牙牙髓病的基本治疗方法

乳牙牙髓的基本治疗方法包括牙髓摘除术和根管治疗。一般意义上的根管治疗术优于牙髓摘除术，牙髓摘除术只能严格地应用于活髓牙，真正的牙髓摘除术极少，因为大多数的牙髓在有症状或需治疗时已有坏死。

（一）乳牙根管系统的形态学

根管治疗以牙体及其根管系统的解剖知识为依据。乳牙具有一些共同特征：冠根比大于恒牙，乳牙的牙根较细，乳磨牙根分叉大用以容纳恒牙胚。乳牙萌出 1～4 年后牙根才完全形成，随后不久即发生生理性根吸收。当根表面与恒牙胚接近时这一过程即开始。发育中的恒前牙牙胚位于乳前牙的舌侧根尖部位。因为这种位置关系，乳前牙的吸收在根尖 1/3 的舌侧面开始。磨牙牙根的吸收从牙根内侧面开始。生理性根吸收对根尖孔定位不准有一定影响。

乳牙牙根刚形成时，根尖孔位于牙根解剖根尖附近。在生理性吸收过程中，牙根变短，根尖孔冠向移动。因为吸收不对称，在 X 片上不能准确定位根尖孔，在 X 片上可能显示某一根管壁被破坏而与牙周膜相通，因此乳牙的炎症更易发生在根周而非根尖。有些病例中生理性吸收可使磨牙的牙根被部分截断。

了解牙体形态有助于更好地理解牙根管在形态和数量上的变异。在牙根形成过程中，每根的根尖孔在被 Hertwig 根鞘包绕的范围内有一个较大的开口，但另有多个根尖分支通过牙本质和牙骨质，就像恒牙一样，形成许多侧副根管。

1. 乳前牙的根管形态　乳前牙根管的形态与其外形相似。上颌乳中切牙和侧切牙的根管几乎呈圆形，颊舌向稍缩窄。这些牙为单根管，很少有根尖分支或侧副根管，但也有可能存在。上切牙髓腔偏向唇侧，稍有不慎则易从唇侧露髓，这一点对于修复十分重要，临床备洞时应尽量避免露髓。

下颌乳切牙根管近远中向扁平，牙根表面有时有沟纹，根管有相应缩窄并可能于末端分为双根，切牙双根的概率低于 10%，偶尔也可发现侧副根管。下切牙的髓腔偏舌向，从唇侧不易露髓。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

2. 乳磨牙的根管形态　乳磨牙的根管形态具有如下一些特点：

(1) 牙根开始形成时，每一磨牙牙根仅有一根管，因此下乳磨牙的基本根管数为2，上乳磨牙为3。

(2) 根形成过程中，根管形态发生改变，使根管数目及大小发生变化。

(3) 牙本质的沉积与原根管形态的变异有关。

(4) 第一乳磨牙可有2～4个根管，而第二乳磨牙可有2～5条根管。

(5) 除根管数目的变异以外，还可有其他变异，如侧支、根尖分叉、牙根从不同方向融合等。当牙根融合时，根管也可发生融合，这种融合多数是部分的，大约为根长的1/3或完全延伸至根尖，此种变异较多见于近中根。有时，牙根融合时根管并未融合，但在不同水平均有根管之间的通道。

(二) 乳牙的根管治疗术

儿童牙医学的主要目的之一在于维持牙弓长度。因创伤或牙髓病导致的乳牙早失会干扰儿童正常的颌面发育，此外，乳牙早失还可导致恒牙迟萌。乳牙的根管治疗术是通过根管预备和药物消毒去除感染物质对根尖周组织的不良刺激，并用可吸收的充填材料充填根管，达到防止根尖周病的发生、促进根尖周病愈合和保存患牙的方法。然而，乳牙的根管治疗仍有争议，主要是认为乳牙牙髓炎或牙髓坏死后尚无可接受的根管内疗法，没有一种充填材料在生理性根吸收时能与牙根同时吸收，以及不当的操作过程及其后遗症将损伤发育中的恒牙。

尽管乳牙的根管治疗有很多缺点，越来越多的临床医生还是愿意采用根管治疗保留乳牙而非拔除乳牙。乳牙与恒牙根管治疗的目的不同，对于乳牙，其目的主要是在几年内维持其功能状态，不影响恒牙牙列及患儿健康。

1. 适应证　①牙髓炎症波及根髓，不宜行牙髓切断术的患牙；②牙髓坏死而应保留的乳牙；③根尖周疾病而具有保留价值的乳牙；④患儿健康且合作。

2. 禁忌证　①生理或病理性根吸收达1/3以上；②根尖周阴影范围大并波及其下牙囊；③髓底穿孔大或有内吸收；④无法修复的乳牙；⑤有系统性疾病的儿童。

3. 治疗步骤　①若有必要先局麻；②上橡皮障；③常规制备洞形；④根管预备：拔髓，用根管器械扩锉根管；⑤根管消毒：3%过氧化氢液、5%次氯酸钠液、生理盐水交替冲洗根管，吸干。将蘸有木榴油、樟脑酚液的小棉球置于髓腔内，以氧化锌丁香油糊剂封固。⑥根管充填：3～7天后若无症状，去除原封药，冲洗、吸干，将根管充填材料反复旋转导入根管或加压注入根管，垫底，充填。

乳牙根管治疗术的基本方法与恒牙根管治疗术大体相同，但治疗时须注意：①根管预备时勿将根管器械超出根尖孔，以免将感染物质推出根尖孔或损伤恒牙胚。在儿童较小的口腔范围内使用短的器械更易操作，也可减少损伤根尖组织的可能性；②在乳牙的替换中，由于乳牙根的生理性吸收，继承恒牙方可萌出到正常位置上，乳牙的根管充填材料仅可采用可吸收的、不影响乳恒牙交替的糊剂充填；③在进行乳牙根管治疗之前必需拍根尖片，用于了解根尖周病变和牙根吸收的情况，以及估计工作长度。

用于乳牙根管充填的糊剂必须是可吸收性的，能在乳牙牙根吸收时被同步吸收，具有X线阻射性；杀菌性；易于导入根管；对发育中的恒牙无损害等特性。目前使用较多的有氧化锌丁香油糊剂，碘仿糊剂和氢氧化钙制剂等。最普遍使用的是氧化锌丁香油

糊剂，其最大缺点一是当糊剂超填时，可造成慢性根尖周炎症或异体反应；二是其吸收速率与根吸收不一致。

第五节　乳牙根尖周疾病

乳牙根尖周病是指乳牙根尖周围或根分歧处的牙骨质、牙周膜和牙槽骨等组织的炎症性疾病。乳牙根尖周病绝大多数是由牙髓病或牙髓感染发展而来，通过根管治疗可治愈。恒牙根尖周病主要位于根尖，而乳磨牙牙根的任何部位均可发生炎症，由于乳磨牙根分歧处的硬组织薄，副根管多，牙髓感染易通过这些途径扩散，因此乳磨牙根尖周炎症常发生于根分歧下方的根周组织内，绝大多数根尖周病是与乳磨牙的髓底解剖结构有关。

乳磨牙的根分叉部位，在解剖上与发育中的恒前磨牙牙囊有密切关系，在病理上与根尖周疾病紧密相联系，因而该部位具有特殊意义。乳磨牙因龋及髓可导致牙髓坏死以及根分叉阴影，患牙拔除后可见肉芽组织附着于根表面。

在猫的乳磨牙和鼠的上颌磨牙可见到从髓腔到根分叉的大的通道，但在人类不常见。有学者研究已形成根尖脓肿的乳磨牙的副根管以明确其是否为根间脓肿的原因，结果表明在患牙中仅29%有副根管，提示根分叉处副根管并不是根分叉病损的唯一原因。乳磨牙髓腔底的牙本质的特征可能是另一个重要因素。髓底由根间的牙本质形成，一般认为是由冠部牙本质继续发育而来，即从牙颈部按垂直方向沿上皮根鞘的曲线向下方逐渐形成。根间牙本质形成后汇合形成髓腔底。这一过程并不说明在牙本质结构上有何不同。然而，另一种髓腔底的形成机制也许支持结构差异的假说。最初的根间牙本质由各自不同的矿化中心发育而成，然后与冠牙本质联合。这一理论提示根分叉区牙本质小管的方向不同，牙本质壁之间缺乏连续性。最近这一理论被光学及扫描电镜所证实。

感染乳磨牙的髓底的牙本质和牙骨质有结构改变。牙本质小管扭曲或丧失，基质无序且深染，提示有脱矿及有机化。恒牙牙本质形成细胞的活跃期约为700天，乳牙为350天，因此乳牙牙本质密度较低，小管较不规则，厚度仅为恒牙的一半。牙骨质则更薄或不连续，在根分叉区牙骨质甚至缺失。这些改变通常出现在中断的牙本质的邻近的部位。

结构上的改变以及牙本质和牙骨质的多孔结构使乳磨牙髓底成为感染的部位，乳磨牙根分叉区感染的途径是多因素的，不同机制各有不同的作用特点。

一、乳牙根尖周病的特点

乳牙根尖周病的病因和临床表现均有其特点。

（一）病因特点

来自于牙髓的感染是乳牙根尖周病最主要的病源，其次是牙齿遭受外力的损伤，如跌倒、碰撞、打击对牙的伤害，以及牙髓治疗过程中药物或充填材料使用不当等造成根尖周组织的严重损害。

在牙髓感染中，牙髓炎症，特别是牙髓坏死后，细菌及其毒素、组织分解产物可以通过根尖孔到达根尖周组织，或通过髓室底到达根分歧部位的根周组织而引起根尖周

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

病。根管的感染是以厌氧菌为主体的混合感染。感染根管内可产生一些物质，其中主要是内毒素和各种侵袭性酶，它们具有强的致炎作用和导致组织崩解和破坏的能力。

乳牙牙髓治疗中，三氧化二砷和酚醛树脂液是禁止使用的，它们对根尖周组织造成严重的化学性损伤，有时甚至伤害到恒牙牙胚。

（二）临床表现特点

乳牙根尖周炎早期症状不明显，就诊时病变多较为严重，相当一部分是出现急性牙槽脓肿或间隙感染之后方才就诊，临床上的急性根尖周炎多数是慢性根尖周炎急性发作，表现为剧烈的自发性疼痛、咀嚼痛和咬合痛，患牙松动、叩痛，根尖部或根分歧部的牙龈红肿，有的出现颌面部肿胀，所属淋巴结肿大，并伴有全身发热等症状。若及时治疗，炎症很快消退，反之，牙龈可出现窦道，急性炎症转为慢性炎症。X线片检查可见根尖部或根分歧部牙槽骨破坏的投射影像。

乳牙的根尖囊肿偶可见有关报道，临床上亦较少发现这一疾病。对42例疑为囊肿的病例进行组织学检查，被诊断为根尖囊肿的有16例。囊肿的形成与牙髓治疗有关，因治疗或药剂尤其是酚类，可导致病损快速进展。

二、乳牙根尖周病的治疗

（一）急性根尖周炎的应急处理

1. 建立髓腔引流。
2. 切开排脓。
3. 抗菌药物的全身治疗。

（二）根管治疗术

（林正梅）

第十四章 根管充填后牙体的修复

根管治疗的目的是防止发生根尖周病变或促进根尖周病变的愈合，保存患牙，使患牙在口腔内继续发挥其应有的作用。为了达到这个目的，牙齿经根管治疗后必须尽早修复，恢复牙冠的生理外形和功能结构。根管治疗后恰当的牙体修复亦可防止牙体折裂以及由于牙体修复不当引致的根管治疗失败。根管治疗后牙体的修复受下列几个因素的影响：牙冠剩余牙体的多少、牙齿结构物理性能的改变、患者的要求、不同牙的不同形态和功能，以及牙体所受的不同方向的力量，如前牙主要受侧方力量等等。因此，对根管治疗后需要牙体修复的病例，临床医生在修复前应该根据上述这些因素进行综合的考虑和评估，制定出计划。每一个临床病例都需要根据实际情况评价和设计。

第一节　影响根管充填后牙体修复的因素

一、根管内充填物的质量

进行牙体修复前必须评定根管内充填物的质量，应该保证牙冠修复体是修复在根尖周组织健康或根尖周病变已治愈的牙体上。然而，临床上要达到这一点很困难。慢性根尖周炎的患牙经过根管治疗后要判断其炎症是否已愈合，需要定期作临床检查和拍 X 线片，这样就势必推迟牙体的修复。牙体得不到及时完善修复将给临床带来许多问题，如冠方的微渗漏、龋坏、牙折裂及牙周疾病。根管治疗后牙体的修复费时费钱，因此恰当地预测根管治疗的远期疗效是很重要的。这主要通过定期的临床检查和 X 线片的结果来判断，尤其是 X 线片的检查非常重要，一旦对根管治疗的预后有怀疑，那么就应该考虑对根管进行再处理。

进行根管治疗时很重要的一点是要了解根管充填后牙冠修复的方式。对需要进行冠修复的牙齿，在进行根管治疗时一定要避免根管的过度预备以及根管充填时过度施加侧方压力，以免导致余留牙体结构的薄弱和可能发生的冠根裂。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

二、根管充填后牙齿硬组织物理性能的改变

长期以来人们都认为根管治疗后牙体脆性增加，使牙齿易发生折裂，并认为这主要是因为牙体硬组织内组织液的丧失导致牙本质脱水引起的。活髓牙和死髓牙的牙本质湿度的对比实验表明，牙髓摘除后硬组织的湿度较活髓牙减少9%，在摘除牙髓后的4～14周湿度丧失最大，而检测活髓牙和根管充填后牙齿湿度的结果则表明，活髓牙的牙本质湿度为12.4%，已行根管充填牙的牙本质的湿度为12.1%，两者之间差异没有统计学意义，即根管治疗后牙体硬组织内的组织液含量与活髓牙无明显区别。

根管治疗时使用的封闭剂内通常含有氧化锌，封闭剂水解后产生游离的丁香油和锌的水解产物，锌会使牙本质内的锌含量增高。如果牙本质内的钙被锌所置换，那么牙本质的物理性能就有可能会改变，这可能是释放出来的锌通过与钙竞争结合到羟基磷灰石晶体表面，从而附着在牙本质上。目前，牙齿行根管充填时使用氧化锌丁香油封闭剂导致牙齿物理性能的改变已得到证实，此外，牙齿经根管充填后两个星期内牙本质微硬度增加亦可能与氧化锌丁香油有关。

硬度增加并不是造成牙体易折裂的唯一因素，牙本质内存在的微小裂纹对硬组织的抗折力影响更大。根管治疗时根管预备和根管充填均会增加牙体的微小隐裂纹。失水后的牙本质的抗折裂能力和抗压能力明显弱于正常牙本质或重新恢复水化物状态的牙本质。此外，失水的牙本质表现出没有弹性力，而不失水的牙本质的弹力相当强。作为脱水的牙本质，牙齿经根管充填后其物理性能并没有明显改变，其硬度、弹性和抗压能力等与活髓牙的牙本质相当。因此，认为根管治疗后的牙齿并不比活髓牙脆弱。

三、牙冠结构的削弱

牙体抗力的削弱不仅与牙体的物理、化学性能的改变有关，还与牙冠剩余牙体量的多少有关。许多实验表明，牙冠剩余量的多少与牙齿抵抗䜣方力量的大小有直接的关系。用不同根管预备和根管充填的方法治疗前磨牙后比较它们的抗折能力，发现最大的影响因素是牙冠牙体剩余量的多少。因此，牙冠牙体剩余量越少，牙折的可能性越大。已证实根管充填后牙体的修复体通常很大，而这大块充填体再加上根管预备时根管口的过度预备会使牙齿结构大为削弱。根管预备时用GG钻（gate glidden bur）对根管冠方段的过度预备以及用高铜银汞合金作充填材料，均会削弱牙齿的结构。

有实验比较了不同剩余牙体量牙冠的牙齿经过不同的根管预备，根管充填及冠方牙体不同的充填方式后牙尖的硬度，结果显示Black Ⅰ类洞充填后牙体的硬度下降20%，MOD洞充填后牙体的硬度下降61%，而根管治疗仅使牙齿的硬度下降5%，这提示根管治疗并不会过多削弱牙齿的结构。根管治疗后牙齿硬度的改变主要受修复材料的影响，如用银汞充填会导致牙齿硬度下降65%，用复合树脂充填可使牙齿的硬度达到正常牙的87%，而用金制作的高嵌体则可增强牙齿的硬度。

延伸至龈下的折裂线会导致牙周附着组织的丧失。因此，保护牙冠剩余部分的牙体组织、防止根管治疗后牙体的折裂是很重要的。临床上可通过下列几点来达到：①使用

具粘接性的修复充填材料；②制作嵌体修复体；③应用颈部的金属环（通常称为金属带环），粘固在牙冠周围。其中制作金属带环有下列几个优点：①抵抗咬𬌗力；②抵抗锥形桩在根管内的楔形力量；③抵抗桩进入根管及粘固时的侧方力量。在放置金属带环时要特别注意防止带环滑入牙周组织内，导致牙周病。

四、根管内充填物的保护

根管治疗后牙体的修复可以保护根管内充填物免受口腔内细菌的污染。导致根管治疗失败的一个很重要的原因是牙冠部的微渗漏，尤其是多根管牙齿根管口入口处的根分叉区域更应引起重视，微生物感染可直接从髓腔经这些根管扩散到牙周组织中。

许多研究表明牙冠部的微生物感染可导致整个根管系统的感染。髓腔在含有染料的人工唾液中浸泡三天，可发现从冠部到根管充填物内有明显的染料渗透现象。这个现象在临床研究中也得到了证实。根管充填后牙冠部因微渗漏被唾液中的微生物污染，3 个月后牙齿发生严重的微渗漏现象。不管根管充填采用的是侧压充填方法还是垂直充填方法、牙齿在完成根管治疗后 3 个月内如果没有得到永久充填，那么在决定作冠部充填前必须对根管进行再处理，否则来自唾液中的微生物可能渗透到整条根管而导致治疗失败。临床上观察了 464 颗牙齿因推迟冠部的永久充填而对根管治疗预后的影响。结果表明，根管治疗后随即进行冠部永久充填的牙，其根管治疗成功率要比暂封者高。

为了保护根管和髓腔，防止发生微渗漏，可以用玻璃离子铺垫在髓底部位，类似垫底层。当根管治疗完成后，去除多余的牙胶尖和封闭剂，在根管口及髓室底铺上一层玻璃离子或树脂加强型玻璃离子，这一层不必很厚，以便留出足够的位置以固位冠部的充填体和核桩。

有学者研究了根管充填后的牙冠部修复体与根尖周组织健康状况之间的关系，根据研究结果提出，修复牙冠部的技术质量较根管治疗的技术质量对根尖周组织的健康更为重要。因此，为了保证根管充填的成功和根尖周组织的健康，应强调在根管治疗完成后尽快完成牙冠部的完善修复。

第二节　根管充填后前牙的修复

根管充填后前牙修复的方法，在很大程度上取决于牙冠部组织缺失的程度。

一、边缘嵴完整的牙

大部分牙冠边缘嵴完整的牙齿均可以用粘结材料进行牙体的充填修复，一般认为用复合树脂修复牙冠较用其他方法（包括置桩）更能保护牙齿。比较用不同的粘接材料修复前牙窝洞后的抗折断强度：①单纯用玻璃离子；②玻璃离子垫底和银汞合金充填；③玻璃离子垫底和复合树脂充填；④复合树脂。结果显示，单纯用玻璃离子充填，其抗折断强度最差，其他几种充填方法的抗折断强度没有很大的区别。

具有完整边缘嵴的前牙洞应该用玻璃离子垫底及用酸蚀型光固化复合树脂修复。根管充填后平釉牙骨质界（根管口）去除牙胶尖，然后将适量的玻璃离子或复合树脂加

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

强型玻璃离子置于根管口的牙胶上，这样的垫底层能够防止牙冠及根管系统微渗漏，因为玻璃离子除了能够释放氟到口腔内环境外，它还能释放氟到正常牙体与修复材料的交界面。玻璃离子这种保存氟并逐渐释氟的特点，对预防继发龋有很大的临床意义，尤其对根管充填之后的牙齿具有更重要的意义，因为这类牙齿发生龋病后无任何临床症状，易被患者忽略，故防龋显得尤为重要。

在进行牙体修复时不仅要考虑到材料与牙体之间粘结强度、修复材料对牙齿强度的影响，而且还要防止牙体与修复材料之间的微渗漏。酸蚀釉质是防止微渗漏很有效的方法之一。“全酸蚀”系统（“total etch” system）可以将釉质和牙本质一起酸蚀，而且根充后酸蚀牙本质不会带来临床症状。已经证实，在一个“湿润”的牙本质表面进行粘结可以提高粘结强度和减少微渗漏，特别是使用含有丙酮的牙本质粘结剂。釉质的粘结取决于微机械固位，而牙本质的粘结取决于“杂化作用”（hybridization）。

二、边缘嵴完整而牙冠变色的牙

由于牙髓坏死，根充后的牙可能因此而变色。这主要是因为被损伤的牙髓血管出血后，血液等被挤压进牙本质小管中引起溶血，从而导致血红蛋白的释放，造成牙本质的污染。牙变色也可在没有直接出血的情况下发生，因此在根管预备时，必须保证所有的牙髓均被彻底清除，这样可以防止根管治疗后的牙变色。除了在根管治疗中不当操作外，根管治疗时使用污染牙本质的材料，如塑化液等，以及根管治疗后用银汞合金充填也可造成牙变色。对于边缘嵴完整而牙冠变色的前牙，在实施完善的根管治疗后可采用漂白或牙面覆盖的方法处理。

（一）死髓牙的漂白

死髓牙的漂白主要有两种方法：热催化法和“诊间（walking）”漂白法，有关这两种方法的临床应用技术已被大家所熟悉。在热催化法中，热量主要用于加速氧的释放。在“walking”漂白法中，过硼酸钠用水调和成浓稠的糊剂后，封入牙髓腔中，其中30%的过氧化氢可以用水替换，以减少材料的副作用。在漂白前必须先用氧化锌丁香油水门汀封住根管口，以防止释出的氧渗透入充填过的根管而引起根尖周感染。“walking”漂白法节省了患者在牙椅上的等待时间，因为漂白剂封入牙齿的髓腔中，需暂封一段时间，然后更换材料，反复数次，直至达到满意的漂白程度。漂白过的牙必须经常复诊以检查颜色的长期稳定性。临床上常发生漂白后牙齿再变色的情况，这可能与釉质微渗漏有关。

有报道称漂白后可能出现牙颈部外吸收，这可能与漂白剂渗入牙本质小管和牙周组织，引起炎症反应，从而造成牙根水平吸收有关。根颈部吸收与“walking”漂白技术本身无关，而与热有关，过氧化氢的根尖周微渗漏只有在使用热催化的情况下发生，尤其当牙颈部釉牙骨质界处牙骨质缺损时微渗漏透更为严重。此外使用次氯酸钠可使牙本质的水传导性增加超过两倍，高浓度次氯酸钠使颈部牙周组织吸收更多的漂白剂，造成更严重的牙颈部外吸收。临床上常用50%的磷酸置于髓腔内以提高漂白效果，但事实上用酸蚀牙本质的方法无助于提高漂白变色牙冠的有效性，反而会使漂白剂进入酸蚀后开放的牙本质小管，增加继发性牙根吸收的发生率。

为了避免在漂白的过程中出现牙颈部的外吸收，我们建议：①在颊侧釉牙骨质界处垫上一层保护性材料，如根管内根充物上放置2mm厚的碱性垫底物，可防止颈部微渗漏；②用水取代30%的过氧化氢；③用过硼酸盐四氢化合物取代单氢化合物和三氢化合物。

（二）覆盖

有些牙漂白效果不是特别理想，尤其是曾经用银汞合金充填的牙齿，对这些牙齿，其颊面可用复合树脂或薄层烤瓷贴面来修复。这种修复体粘结的可受之前所做的漂白治疗的影响，特别是对曾应用过热催化技术以及颊侧釉质本身被双氧水污染过的牙影响更大。统计学数据表明，用35%双氧水处理后，复合树脂与釉质面的粘结强度大大降低，这是由残留在釉质上或釉质附近的过氧化物或过氧化物相关物质造成的。

三、边缘嵴破坏的牙

严重损坏或大面积修复过的根充后的前牙在恢复牙冠之前必须使用桩或核来修复。核为牙冠提供固位而同时桩保留住核。桩可以预制或用金属铸造。核可以是桩的完整部分，比如铸造核桩，也可是一些类型的预制核，或者在有桩的结构基础上用塑料修复材料制备。桩和核的设计取决于一系列因素以及医生们的个人观点。任何情况下，详细的临床和影像学检查评估比充填修复更为重要。牙体修复前必须确定根管的结构、形状、直径以及长度；根尖周和牙周组织是否健康；根充的类型和质量。

多年来，人们认为桩能加固余留的牙体组织，然而，实验研究表明，桩并不能加固牙齿，加了桩的牙根并不比完整未动过的牙根坚固。有实验对根充过的上颌中切牙和尖牙根管内置桩与不置桩进行抗折断强度分析，结果显示两者无明显区别。带桩的牙齿沿桩体部位折断，而未带桩的牙在根中段或冠1/3段折断。另外一个实验结果揭示桩道的制备会减弱牙齿的抗力，同样造成上述的折裂现象。根据牙齿折断的机制，无论用不锈钢桩还是碳纤维加强过的碳棒来修复根充过的完整牙齿，都没有优势可言。临床上，桩冠修复的牙很可能会有牙根折裂，特别是在修复设计时未考虑到生物机械力学方面时更易造成牙根折裂。

第三节 桩 冠

桩冠（post crown or dowel crown）是利用金属冠桩插入根管内以获得固位的一种冠修复体。桩的作用是增强牙冠修复体的固位，在牙齿行使功能时抵抗不同方向的咬骀力以防脱位。桩的固位取决于一系列因素，包括桩的设计、桩的长度以及粘桩时使用的粘接剂的类型。

桩冠的固位良好，外形和牙冠色泽接近天然牙，美观舒适，制作简便，支持与受力形式合理，是一种较理想的治疗残根残冠的修复体，并可作为少数牙列缺失固定义齿的固位体。

按照制作方法、结构和材料不同，桩冠可分为：①树脂桩冠；②金属舌面板桩冠；③烤瓷桩冠；④铸造桩冠；⑤组合式桩冠或核桩冠等多种形式。（图14-1）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

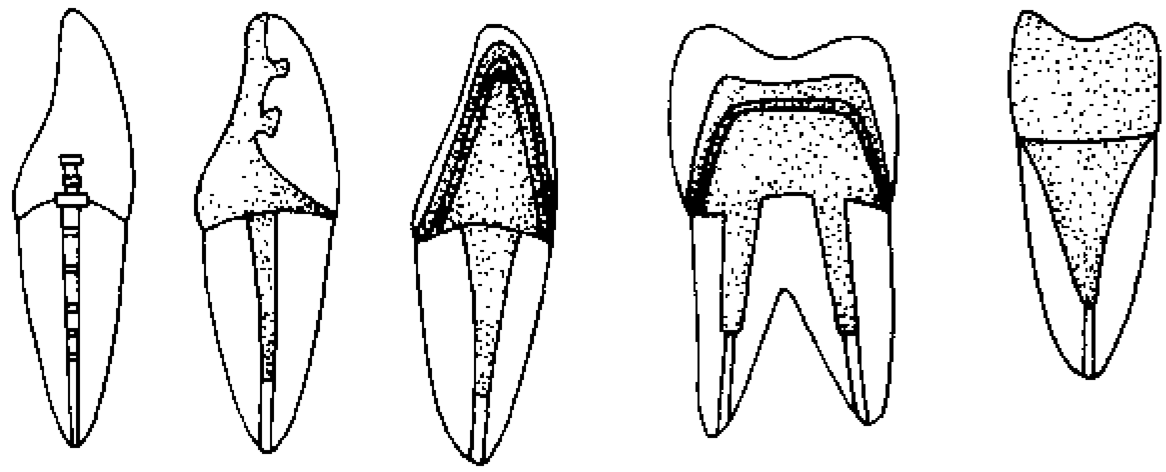


图14-1　各种桩冠

一、适应证与禁忌证

桩冠修复的前提是患牙必须经过完善的根管治疗，根尖周无炎症或炎症已完全控制；无骨质吸收或骨质吸收不超过根长的1/3，且骨吸收已稳定者。

（一）适应证

1. 冠大部缺损无法充填治疗或做全冠修复固位不良者。
2. 牙冠缺损至龈下，牙周健康，牙根有足够的长度，经龈切除术后能暴露出缺损面者。
3. 牙横形冠折，断面在牙槽嵴以上者，或斜折到牙槽嵴以下，行牙槽突修整术后，残根尚有足够的长度和牙槽骨支持者。
4. 前牙错位牙、扭转牙没有条件作正畸治疗者。
5. 牙冠短小的变色牙、畸形牙不能做全冠修复者。
6. 作固定义齿的固位体的残冠残根。

（二）桩冠修复的时机

关于根管治疗后做桩冠修复的时机，一般认为，经过成功的根管治疗后，应观察1～2周，确定无临床症状时，才可以开始做桩冠修复。如患牙有瘘管，需等到瘘管完全闭合后，而且无临床根尖周炎症状时才可开始做桩冠修复。如果根尖周病变较大，则需要观察更长时间，待病变完全愈合后，才开始做桩冠修复。如根尖周病变得到控制，并长时间处于稳定状态，患牙病变范围局限，且年龄不大，全身健康状况良好，可进行桩冠修复。总之应根据具体的病情发展和全身状况综合分析，区别对待。下述指征可作为参考：

1. 活髓牙或急、慢性牙髓炎尚未累及根尖周者，根管治疗3天后无尖周症状者，即可开始做桩冠。
2. 外伤性牙折伴牙周膜挤压伤或撕裂伤者，可能有尖周反应，根管治疗后应至少观察1周。
3. 急性化脓性牙髓炎伴有尖周症状或发生牙髓坏死、坏疽，或根管治疗后出现尖周反应者，一般需观察1周以上，待患牙无尖周反应后再做桩冠。
4. 有瘘管的患牙，经有效的根管治疗后，瘘管一般会愈合。如长期不愈合，可采用根尖刮治或根尖切除术，术后2周再做桩冠。
5. 尖周病变严重，或病变范围大。如有较大的囊肿，牙髓治疗后，待尖周病变明

显缩小，或经尖周手术治疗后，才考虑桩冠修复。

（三）禁忌证

1. 18 岁以下的青少年，一般不宜做桩冠修复。这类患者的严重龋坏或缺损的前牙，应尽可能保留活髓，必要时在根管治疗后，可做暂时的桩冠以维持缺隙，待成年后再做恒久桩冠修复。

2. 有明显尖周感染和临床症状，根管感染未能有效控制，瘘管口未闭，且有分泌物者不得做桩冠修复。

3. 严重的根尖吸收，牙槽骨吸收超过根长的 1/3 以上，根管弯曲而且细小，无法取得冠桩足够的长度和直径者。

4. 根管壁已有侧穿，且伴有根、骨吸收和根管内感染者。

5. 牙槽骨以下的斜形根折，伴断牙牙根松动者。

6. 原有桩冠发生冠桩折断，断桩无法取出，或虽取出但根管壁过薄，抗力形、固位形差者。

7. 深覆殆、咬殆紧，牙根长度不足，无法获得足够的固位形、抗力形者。

二、固位要求

桩冠的固位力主要取决于冠桩与根管壁之间的摩擦力和粘固剂产生的粘结力。固位力受下面一些因素的影响。

（一）冠桩的长度

影响桩冠固位的主要因素是冠桩的长度。在其他条件相同的情况下，冠桩越长，其固位越好。但冠桩长度受根管解剖条件所限制，如冠桩接近根尖部，此处根管细小而壁薄，抗力形差，容易出现根折；当冠桩超过根尖孔，会破坏根尖孔牙胶的封闭，容易引起尖周感染。为确保牙髓治疗效果和预防根折，一般要求根尖部保留 3～5mm 的充填材料，冠桩的长度约为根长的 2/3～3/4。

在临床工作中，确定冠桩的长度应根据实际冠根比例、X 线牙片的牙根长度、根管粗细及弯曲情况而定。若冠桩长度达不到理论要求，而且固位不足时，应采取措施弥补。

（二）冠桩的直径

冠桩的直径与桩冠固位和牙根的抗力形有关。冠桩的直径大者，可增加粘结固位力和自身强度。Johnson 报道直径大的冠桩比直径小的冠桩可增加 24% 的固位力。但冠桩直径大小受根径的限制，直径过大的冠桩必然要磨除过多的根管壁，造成根管壁强度下降，桩冠侧向受力后容易发生根折。相反，若冠桩过细，也会影响其固位力和自身抗折能力。从力学角度考虑，理想的冠桩直径应为根径的 1/3。按此比例计算，上前牙冠桩直径应为 1.5～2.7mm，下前牙为 1.1～1.5mm，上下后牙约为 1.4～2.7mm。由于根的外形呈锥状，冠桩的直径应向根尖方向逐渐减小。此外，在临床处理具体病例时，应考虑到变异情况，根据患牙的解剖条件和 X 线牙片具体确定冠桩直径。

（三）冠桩形态

冠桩的剖面形态与桩冠的稳定性有关，也涉及到与根管壁的密合度。椭圆形者优于圆形。铸造的锥形冠桩与根管壁的密合度优于柱形者。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

按冠桩的形态可分5种类型：①光滑柱形；②槽柱形；③锥形；④螺纹形；⑤弯制冠柱形（图14-2）。另外根据制作方法有成品不锈钢桩、不锈钢丝制作冠桩和个别铸造冠桩之分。

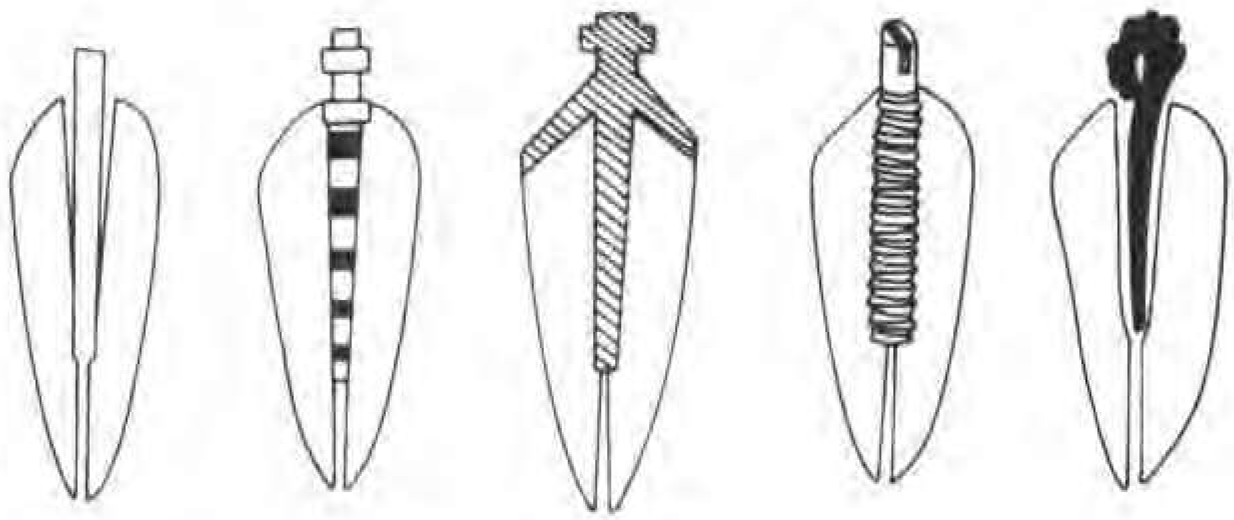


图14-2 各种冠桩

理想的冠桩外形应是与牙根外形一致的一个近似圆锥体，从根管口到根尖逐渐缩小呈锥形，各部横径都保持为根径的1/3，与根部外形一致，并与根管壁密合。但力学分析证明锥形冠桩有楔力作用，使桩冠的根部应力集中，而且根管壁受侧向力大，因此，根管预备时应减小根管壁的锥度。

三、制备桩道对根管充填的封闭性的影响

（一）根管充填方法的影响

临床上常用的根管充填的方法有下列四种：①冷侧压充填；②热侧压充填；③热塑牙胶充填；④热牙胶垂直充填。对用热塑牙胶Thermafil充填的根管，无论是在根管充填后立即行桩道预备还是一星期之后再预备，在根尖封闭段带着一个塑料核的根充物均不受到影响；如果是冷侧压充填之后立即进行桩道预备，当操作正确时，还可以提高根充材料的封闭效果。无论选用哪种根管充填的方法，只要桩道预备后保留根尖段充填物达5mm以上，制备桩道对根管内根充物的封闭作用并不会造成太大的影响。

（二）去除牙胶方法的影响

在不损伤封闭功能的情况下，根管充填后可以立即进行桩道预备，也可以隔一段时间后再作桩道预备。通常根管充填后立即去除牙胶会更容易些，其原因有二：一是对根管系统解剖形态熟悉；二是此时牙胶较软化。

去除牙胶的方法有三种，即化学软化法、机械去除法和热去除法。用化学溶剂如氯仿、二甲苯、丁香油或松节油等软化冠部牙胶的方法即化学软化法。氯仿和精馏过的白色松节油的溶解效果最好；在临床上应用最广泛的是氯仿和二甲苯，但是它们有毒性和潜在致癌性；甲基氯仿溶解牙胶效果好且毒性较氯仿低；精馏过的白色松节油是一个毒性较低的替代品。许多研究显示，使用牙胶溶解剂后可能会增加渗漏。用带有非切割性钝刃针如GG钻、Peeso钻和GPX钻（Brasseder，Savannah，GA，USA）等去除根管内牙胶的方法为机械去除法，它是去除根管内牙胶最有效的方法。用这些器械扩清根管通道时切割效果好，不需太大的力量，因此减少了根管侧穿及形成台阶的机会。使用时，器械刃部朝根尖方向进入，牙胶被切割并从冠部排出来。器械并不会切割到根管壁而改变

根管原有的走向。但由于旋转器械对牙胶的牵拉、扭曲或旋转作用，机械去除法容易破坏根管内充填物的封闭作用。用加热过的器械去除根管内牙胶的方法为热去除法，用热的器械去除牙胶会更安全，器械进入到所需的根管深度的压力最小。但是在窄细的根管中效率低，因为细根管中热量损失快且难以大量去除牙胶。目前认为常规仍应先使用热去除法，只有热去除法难以奏效时才使用机械去除法。

去除牙胶之后，必须对剩余牙胶根充物进行垂直向加压，以便使桩与牙胶紧密地接触，同时保持根尖段充填物的封闭作用。此外在用旋转器械去除牙胶过程中应尽量不产生多余摩擦热量，使根管内牙胶及根管壁过度发热，对牙周组织造成损害，同时热量会损伤牙本质，弱化根管结构。

我们建议在根管中桩道预备之后，根尖段至少应保留有 4～5mm 的密实的根充物。有关桩道制备方法的资料显示，根尖段余留根充物不足 3mm 的带桩根管，其根尖周病变的发生率明显高于根尖段余留根充物达 4～5mm 以上的根管。

四、烤瓷桩冠的制作

（一）患牙预备

在患牙预备之前，必须先拍 X 线片，以了解牙根长度、外形、根管充填情况及根尖周状况，结合口腔检查，排除禁忌证，确定桩冠修复设计。

1. 残冠处理　残留牙冠在 1/2 以上者，可沿患牙近远中龈乳头顶的连线将牙冠切断；残留牙冠不足 1/2 者，则用轮形砂石磨除。

2. 根面预备　在正常情况下，根面预备成唇舌向的两个斜面，两斜面相交成一条近远中向的嵴，并使其通过根管口中央。这样既可增加桩冠的长度，又能防止桩冠受力后发生扭转移位。如果因牙折或龋坏，根面不可能预备出两个斜面时，可根据缺损情况预备成平面或凹面，并相应采取其他增强固位力和稳定性的措施。对于唇舌径小的患牙，为保证金属基底和瓷层的足够厚度，唇侧斜面可预备成凹斜面。为保证桩冠修复体颈缘的抗力形和稳定性，通常应在颈部做出肩台，唇侧肩台宽度不少于 1.0mm，邻面不少于 0.5mm。舌侧根据瓷层覆盖情况，不做全瓷层覆盖时，按铸造金属全冠颈部预备，否则均应做斜面肩台预备。

3. 根管预备　根管预备前，应根据 X 线片，残留牙冠方向，根管内充填材料的情况对根管预备的长度、直径大小、难易程度有一估计。预备时，先根据充填材料的直径选用略小于根管口的圆钻，从根管口充填材料正中沿牙根方向缓慢去除充填材料，采用徐进徐出的手法，随时校正钻入方向，当钻入遇到阻力时，可更换直径小一号圆钻继续沿充填材料的正中徐徐前进，参考 X 线片，了解根管预备的深度，观察切割出的粉末性质，确定钻头前进方向。当沿正确方向前进至预定深度后，再更换圆钻，扩大根管腔，形成预定形态，并避免在壁上形成倒凹。最后用一磨光钻将根管壁修平滑。

在根管预备时，容易出现以下错误：①根管口预备过多呈喇叭状，影响桩冠的固位和根管壁抗力形；②根管长度、直径预备不足，冠、桩比例不合适，桩冠固位不足而造成脱落；③根管腔预备过大，造成根管壁抗力形不足，桩冠受力时引起根折；④根管壁有倒凹，致使蜡型无法取出；⑤根管预备过深，破坏充填材料的封闭，或引起根尖部根折，造成根尖周感染；⑥误将根管壁磨穿孔——根管侧穿，多发生于根弯曲、根径细

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

者；根管治疗时预备不良，已形成薄壁；操作粗糙，未及时校正方向或圆钻直径过大，速度过快；根管壁有继发龋坏；失败重做的桩冠，在去除根管内残留冠桩时不慎等均可引起侧穿。侧穿会破坏根管的封闭性，降低根管抗折能力，引起根周感染，或因出血而妨碍操作，并常常导致桩冠修复失败，因此，应防止侧穿的发生；⑦牙胶尖被推出根尖孔引起尖周炎症等。上述种种错误，只要认真细致，均可避免发生。

（二）桩冠制备

烤瓷桩冠的冠桩有两种结构形式，即铸造基底桩和冠核。

铸造基底冠桩是将根内段的冠桩及冠部的金属舌面板或冠核（core）一次法完成蜡型。铸件完成后，直接在金属基底舌面板或冠核上烤瓷，然后粘固完成。其方法较简便。但是，戴冠后一旦出现瓷冠折裂，若取下修理或重做将会极其困难。

分两段完成的核冠型烤瓷桩冠较为常用。先完成桩冠的金属桩和核，在患牙上粘固，再完成烤瓷全冠的金属基底，类似于做烤瓷全冠的制作方法。其优点是冠的密合度高，一旦出现瓷裂，重做及修改容易，在异位牙改向或作桥基牙固位体时容易取得共同就位道。

1. 铸造基底桩的制作 将预备好的根面及根管洗净、吹干，以小棉签涂布一薄层液体石蜡。选直径合适的嵌体蜡条，在酒精灯上烤软塑制成形态、直径与根管相似的蜡条，在其硬固之前送入根管，并稍加压力，用水冷却后取出，检查其完整性然后再放回根管内，以烤热的探针或不锈钢丝插入，使蜡与根管壁更密合，然后将根面及颈缘的蜡烫密合，并雕出金属舌面板的蜡型，其唇侧留出瓷层空间。

基底桩蜡型完成后，应将根管仔细冲洗、消毒、除湿、吹干，封入75%酒精小棉球，以牙胶暂封。

完成的蜡型常规安插铸道，包埋、铸造。

2. 烤瓷核桩及金属基底的制作 烤瓷核桩的制作过程同铸造金属基底桩，根管外核的蜡型应按照烤瓷全冠的牙体预备要求制作，即轴壁光滑无倒凹，两邻面稍向切端内收，核的四周留出金属基底层及瓷层的厚度。然后常规包埋蜡型、铸造。铸件完成后，根管消毒、干燥，以粘固粉将核桩粘固。然后取印模，制备人造石代型，制备金属基底，其厚度一般为0.35～0.5mm，制作方法同烤瓷全冠。

3. 烤瓷及完成 无论是铸造金属基底或是核与金属舌面板均应在烤瓷之前在口内试戴，调整咬合，修改外形，然后按常规完成瓷层的熔附、试冠、上釉，抛光暴露的金属部分，准备粘固。

（三）桩冠的粘固

根管内桩的固位除了与桩的外形设计（锥形桩、柱形桩）、边缘设计（锯齿状边、螺纹状边、光滑边）等因素有关外，还与桩的粘接有密切关系。临床上多数桩冠脱落的病例与创伤骀或粘固不良有关。许多不同的粘接材料已用于桩的粘接，如磷酸锌水门汀，聚羧酸锌水门汀，复合树脂粘接剂，玻璃离子水门汀和树脂加强型玻璃离子水门汀等。不论哪一类桩冠，在粘固之前，都应在口内试戴、调骀，使正中、前伸、侧方骀时均无早接触，最好形成组牙功能骀或尖牙保护骀。

磷酸锌水门汀是临床上应用最多的粘桩材料，尤其用于锥形桩的粘接。它最大的缺点是与根管内壁牙体及金属面之间均没有化学粘附力。非充填型树脂粘接剂是一种低粘度的

桩粘接剂，当根管内壁用17% EDTA 或5.25%次氯酸钠处理后，这种粘接剂对桩的粘接性会增强，因为其在桩就位力的作用下可流入开放的牙本质小管内，形成微机械嵌合力。

粘接剂的粘接固位力并不是选择粘接剂的唯一评判标准，材料的不溶性和防止微渗漏也很重要。如果粘接剂的密封被破坏，液体和微生物的微渗漏将延伸到桩与牙体之间，桩核的应力疲劳将引起粘接剂内部产生微裂，粘接体松动，最终导致修复失败。另外桩和牙体接触面的微漏也将导致根管治疗失败而引起根尖周炎症。近年来，越来越多的研究显示，化学活性粘接剂与牙体结构及制桩金属之间的化学结合比单纯的机械结合更有利，因此，玻璃离子水门汀和树脂加强型玻璃离子水门汀在桩的粘接中得到了越来越多的重视。

桩核在根管里不应该太紧，若铸造冠钉与根管壁十分密合，则应设计解除流体静压力和排气孔的通道，如沿冠钉长轴方向磨一窄槽，当桩在根管内就位时，有利粘固剂溢出，可避免根折、将牙胶尖推出根尖孔或就位不良，保证颈缘更密合。

桩冠粘固前，必须对根管作严格消毒处理，通常用75%酒精消毒，以无水酒精干燥，热风吹干，同时桩冠本身亦要进行严格消毒。水门汀等粘接剂可用螺旋形充填器或锉送入根管涂于根管壁上，然后将粘接剂涂于桩壁上。桩就位时应轻柔的推入根管，以保证多余的粘接剂被挤出。研究表明如果只在桩上涂粘接剂，而不将粘接剂置入根管内，其粘结强度将大大降低。

第四节　根管充填后后牙的修复

用冠修复体修复根管充填后的后牙，对恢复余留的牙齿结构、功能和防止牙齿折裂，具有重要的临床意义。在制作后牙牙冠修复体时，是否需要做桩或核要根据余留的牙体结构和可能受到的咬合力的情况来决定。

在磨牙和前磨牙上置桩是很困难的。上颌磨牙颊根根管、下颌磨牙的近中根根管、有双根管的前磨牙根管，这些根管窄小、弯曲，在备根时可能导致侧穿，或因去除过多的牙本质使根薄弱易断。因此在磨牙上打桩可能得不偿失。桩并不会使磨牙坚固，最后的冠修复体才是磨牙抗力强度的决定因素。冠的边缘应位于牙颈部1～2mm的健康牙体组织上。桩在前牙被作为核的连接和固定桩，这个作用在后牙并不需要。后牙核的固位可以通过使用牙本质钉和倒凹等机械装置或通过粘接剂的机械化学作用来达到。

牙本质钉作为银汞和树脂核的固位装置，它很易进入牙本质内且稳固性能好，但螺纹钉产生的应力可以使牙本质发生隐裂。利用牙本质钉固位核心材料时，能提高核的强度，但牙本质钉对核心材料的抗折裂性能有影响，在应用时应考虑到钉的数量和方向。牙本质钉对银汞合金的抗折裂性影响最大，当钉的数目增加时，银汞合金的抗折裂性就锐减，且折裂都是在钉的位置上发生。其次是复合树脂，金属陶瓷离子受牙本质钉影响最小。临床上，牙本质钉应放置在厚实的健康的牙本质上，并且与张应力方向平行。

如果在钉和银汞合金之间使用化学粘接剂，则可以减少银汞合金修复体受到的应力，银汞合金或复合树脂与钉之间涂上化学活性材料如 Panavia EX 和 4-META，可以提高它们之间的粘接强度，同时也提高了银汞合金或复合树脂的抗折裂性能，对复合树脂的作用大于银汞合金。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

利用髓腔和根管为核提供固位已在临床上得到广泛应用，方法是在冠修复前把根管冠向的2～4mm的牙胶去除，将银汞合金充填入髓腔和根管上段形成银汞合金核（amalgam core AC）（图14-3）。这种核构建的好处在于：由于弃用固位钉，就不易发生侧穿和裂缝等现象，并且银汞合金的密闭性能好，有助于防止冠的微渗漏。银汞合金与牙体组织之间也可用一种化学活性的树脂粘接，如Panavia EX、4-META、Amalgambond、Paikell等活性材料，可显著提高银汞合金与牙体之间的粘接强度。

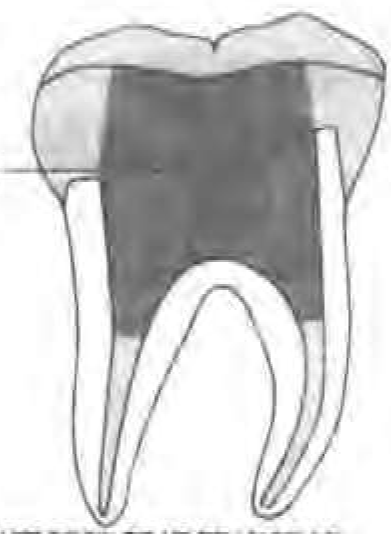


图14-3　利用髓腔和根管构建的银汞合金核（AC）

由于水银具有毒性，银汞合金已逐渐不用作冠核材料，而用复合树脂取代之，但在失败病例需要重新处理根管时，很难从根管内取出复合树脂，因而限制了它的应用。目前，临床上建议用玻璃离子特别是金属陶瓷离子作为制作核的材料。玻璃离子可持续释放氟而防止继发龋，并可与牙本质和釉质形成化学粘接，但它比复合树脂和银汞合金脆弱。最新推出的树脂增强型玻璃离子（Vitremer，3M，St Paul，MN，USA），弥补了这方面的缺陷。当用银汞合金、树脂增强的玻璃离子或金属陶瓷作为核材料充填在髓腔及根管上段时，这三种材料的抗折裂性无显著的差异，但三者的通过放射图像提示只有银汞合金才能成功地被压进根管中。

评估核的抗压强度，应该在形成冠之后进行，这一点非常重要。粘在用不同材料制成的核上的冠的抗折裂性及抗扭力并无显著的区别。用玻璃离子作核心材料特别是当它们没有良好的牙体支持时，效果较差，容易折断。金属陶瓷离子在咬合力较大时亦易折裂。因此，银汞合金及复合树脂加强型玻璃离子被认为是较好的核心材料。

许多资料表明，核内的桩具有潜在的腐蚀性。虽然这种腐蚀对临床无太大的影响，但它有可能导致牙和冠修复体的失败。

第五节　作为覆盖义齿基台的根充牙的修复

保留牙根作为覆盖义齿的基台是临床上广泛应用的方法。牙根行根管治疗后冠被截短，根表面磨圆，用银汞合金、玻璃离子、金属陶瓷、树脂加强型玻璃离子修复，或制作金属顶盖修复体，或用更先进的修复治疗如精密的杆附着体修复。为了控制菌斑和防止覆盖义齿下继发根面龋，临床上建议利用具有氟释放的材料修复根面，同时要求患者注意口腔清洁。一般认为，天然牙支持的义齿比粘膜支持的义齿更能抵抗咬紧力，病人也乐于接受，但牙周情况很差的牙对覆盖义齿反而有害。

第六节　根充牙牙体修复后的临床观察

根管治疗之后牙齿应尽快进行牙体修复，以恢复美观和咀嚼功能，维持牙弓的完整性。但究竟哪一种修复方法最有效和预后最好，目前在修复体的制作过程中缺少一个系统的临床衡量标准。不同的学者通过不同的临床观察，提出许多不同的意见和建议，有

些甚至相互矛盾，但通过总结这些临床观察，我们可以从中得到启示，并在临床实践中重视这些问题。

根充牙牙体修复后的临床观察通常采用至少5年的回顾性临床研究。许多学者提出完善的根管治疗是修复成功的前提，根管治疗后牙冠完整的牙应尽快进行冠修复，以防止冠折，提高咀嚼功能。根管治疗后牙冠不完整的牙建议作桩冠修复，当桩的长度等于冠长时，修复体的成功率较高，但同时也要求桩道预备后根尖部牙胶保留4～5mm以上。通常，正确的置桩并不影响根尖周病的愈合或导致根尖周病的发生。

有研究提出在根充牙牙体修复后失败的原因中，60%是因冠折而失败，32%是因牙周方面的原因而失败，而只有8%是因根管治疗不当而失败。因失败而拔除的这些根充过的牙，大部分不是因为根管治疗不当而是因为冠修复不当造成的。防龋是根充牙牙体修复后一项很重要的措施。在冠修复边缘的龋洞可能在病人还未有主观症状出现前迅速发展，以至最后不得不因无法治疗而拔除患牙。除了防龋外，还要考虑到牙周健康。有资料显示根充过的牙齿上的冠修复体有67%存在不良的边缘修复，尤其是近远中的边缘悬突是造成龈下龋和边缘性牙周炎的主要原因，因此在根充过的牙的修复中应尽可能保护牙周组织的健康，修复体的边缘应尽可能位于龈上，当冠部严重缺失时需要进行牙冠延长术，而龈下根折的牙需要进行牙根延长术。

第七节　乳牙的修复

对治疗过的乳牙进行修复治疗很重要。在乳牙脱失之前，经内科治疗过的乳牙用合适的修复体修复能防止邻牙移位和对牙伸长，同时还能保证乳牙有足够的咀嚼功能和自然的外观。但因为乳牙体积小，龋坏的范围大，小儿不易配合等，使乳牙修复操作难于进行且不容易成功。

乳切牙在做完内科治疗后，常用复合树脂修复，以恢复其美观和功能。但使用复合树脂和酸蚀技术时要小心，因为乳牙结构与恒牙不同，它与树脂粘接性不够好，在临床治疗中常用根管的冠部和髓腔制作复合树脂核心，以加强固位。当乳切牙冠部严重缺损时需用进行桩冠修复。

乳磨牙修复最常用预制的不锈钢冠。建议所有内科治疗过的乳牙都用这种冠修复，因为这种修复体具有弹性，成功率高。其次可用复合树脂和高强度的玻璃离子修复乳磨牙。

（林正梅）

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

第十五章 牙髓治疗的疗效与预后

牙髓治疗的“疗效”是对治疗的近期效果，被治疗牙是否发生根尖周炎以及根尖周炎患牙是否取得远期愈合的描述，疗效评定包括根尖周炎的治疗和预防两个方面。牙髓治疗的“预后”是对根尖周炎的未来发展过程和结局的估计，是依据他人患病过程所获取的知识结合现病人的一般状况、年龄、性别等而做出的预测。

对牙髓治疗的疗效和根尖周炎预后的研究，70 多年来积累了大量的文献资料，其中经典的研究有 Strindberg（1956）、Rud 和 Andreasen（1972）以及 Grossman（1968）等的报道。本章节主要就现代牙髓治疗疗效和根尖周炎的预后进行讨论。

第一节 根管治疗的疗效评定

一、影响疗效评定的因素

根管治疗的疗效评定主要有两类资料：临床研究（表 15-1）和流行病学调查（表 15-2）。据统计，根管治疗的成功率为 48% ~97%，根管治疗牙中根尖周炎的患病率为 20% ~58%。由于各研究之间存在的差异性，统计结果的波动幅度很大，难以直接比较。

表 15-1 根管治疗疗效的统计资料

作者	患牙数	观察时间（年）	回访率（%）	病例构成（%）		成功（%）	不确定（%）	失败（%）
				AP	RT			
Strindberg（1956）	529	0.5 ~ 10	74	42	31	83	3	14
Bender&Seltzer（1964）	706	2		58		82	-	18
Grossman et al.（1964）	432	1 ~ 5		23	0	90	1	9
Harty et al.（1970）	1886	0.5 ~ 2	60	77		90	-	10
Lambjerg-Hansen（1974）	118		46	0	0	79	4	17
Bergenholtz et al.（1979）	660 *	2	84	42	100	48	30	22
Kerekes&Tronstad（1979）	647 *	3 ~ 5	77	34	9	91	4	5

续表

作者	患牙数	观察时间（年）	回访率（%）	病例构成（%） AP	病例构成（%） RT	成功（%）	不确定（%）	失败（%）
Barbakow et al.（1981）	192	1～9	66	100		59	29	12
Klevant&Eggink（1983）	336	0.5～2	77	100		48	15	37
Morse et al.（1983）	585	1	37			95	—	5
Byström et al.（1987）	140	2～5	56	100		85	9	6
Eriksen et al.（1988）	223*	3	52	100		82	9	9
Molven&Halse（1988）	1079*	10～17	50	49	43	80	—	20
Allen et al.（1989）	596	0.5	49	88	100	73	12	15
Sjögren et al.（1990）	849*	8～10	46	35	31	91	—	9
Ingle et al.（1994）	3678	0.5～5	33			93	—	7
Friedman et al.（1995）	486	0.5～1.5	78	55	34	78	16	6
Ørstavik（1996）	732	4	82			90	3	7
Sjögren et al（1997）	55	5	96	100	0	83	—	17
唐荣银和史俊南（1996）	260	1		100	0	96.5	—	3.5
唐荣银和史俊南（1996）	199	10		100	0	94	—	6
洪瑛等（1998）	73		100			94.5	—	5.5
王晓仪等（1999）	385	3	100	100	0	94	—	6

AP：根尖周炎患牙的比例；RT：根管再处理患牙的比例

注"*"者为牙根数

表 15-2 根管治疗牙中根尖周炎的患病率

作者	国家	患者人数	年龄	根尖周炎（%）	根充欠填（%）
Hansen&Johansen（1976）	挪威	111	35	20	—
Eriksen&Bjertness（1991）	挪威	119	50	37	51
Hugoson&Koch（1979）	瑞典	1000	20～70	22～29	—
Hugoson et al.（1986）	瑞典	1000	20～80	23～44	—
Petersson et al.（1986）	瑞典	861	20～60	31	60
Petersson（1993）	瑞典	586	20～60	31	50
Ray&Trope（1995）	美国	985		39	50
Saunders et al.（1997）	苏格兰	186	20～59	58	59
王秀平等（1999）*	中国	50	16～25	28	—
王秀平等（1999）*	中国	56	>60	44.8	—

*：根管治疗或塑化治疗

（一）研究对象

1. 病例数 临床研究涉及的变量较多，因此疗效评定必须有足够的病例数。Friedman 等认为观察例数不得少于 200。国内王晓仪提出 100～200 个牙只能作为初步小结，至少要有 500～1000 个牙才能评定优劣。

2. 病例纳入标准 研究中病例纳入的标准不同，统计的成功率就会不同。例如有的资料仅纳入了研究者认为预后较好的病例，对出现并发症的患牙一律予以排除；另一些资料则将所有治疗过的牙齿全部纳入，包括重度牙周病、侧穿或根管阻塞的牙齿，前者的治疗成功率势必高于后者。

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

3．病例构成 病例的构成指单根牙/多根牙、无根尖周炎患牙/根尖周炎患牙以及首次根管治疗牙/再处理病例的比例。研究对象中的比例不同，根管治疗的疗效就有差异。

文献报道中，有的仅包含前牙或单根牙，有的是多根牙，更多的资料是将各类型的牙齿包括在内。与单根牙相比，多根牙的治疗难度增大，需治疗的牙根数目增多，如果疗效评定以牙为单位，并以数个牙根中疗效最差者为准，那么多根牙治疗的失败率较高；若以牙根数计算，多根牙的治疗效果对疗效统计的影响最大。因此，在纳入多种类型牙齿的资料中，多根牙在病例中所占的比例直接影响研究结果。

术前存在根尖周炎的患牙，根管治疗的成功率低于术前无根尖周炎的牙齿。不同资料中根尖周炎患牙的比例各不相同，介于0%～100%，这使疗效评定受到不同程度的影响，也使这些报道的成功率难以直接进行比较。

失败病例经根管再处理后，治疗成功率往往低于初次根管治疗。统计资料中再处理病例所占的比例从0%～43%不等，有的研究中全部是再处理的患牙，这种比例上的差异，也会影响疗效统计。

（二）根管治疗技术

1．操作者　根管治疗的疗效与操作者的技术水平有关。专科医师完成的病例，疗效普遍超过学生完成的病例。

2．无菌操作　根管治疗旨在清除根管内感染、维护根尖周组织的健康、促进根尖周病变的愈合。近年来的研究证实根管内残余感染是根管治疗失败最主要的原因。因此是否使用橡皮障进行术区隔离、器械消毒是否严格等都会影响疗效统计。

3．根管治疗　从根管预备到根管充填，根管治疗的各个环节都可能影响疗效。不同研究中根管治疗的细节不尽相同，但这种差异对疗效的确切影响尚不清楚。

Petersson 分别于 1974 和 1985 年在瑞士对具有可比性的人群进行根管治疗疗效的抽样调查。Eriksen 和 Bjertness 于 1973 和 1993 年在挪威也开展过类似的研究。结果表明随着根管治疗水平的提高，术后根尖周炎的患病率有所下降。

根管消毒有助于控制根管内感染，提高治疗成功率。传统的根管消毒药物包括麝香草酚、樟脑对氯酚、甲醛甲酚等，很多文献资料中患牙的治疗使用这些药物，然而它们的抗菌性能只能持续数小时，并不能彻底杀灭根管内的致病微生物。近年来的研究表明 $Ca(OH)_2$ 才是行之有效的根管消毒药物。

根管预备和根管充填的质量是影响根管治疗疗效的重要因素。在一项早期研究中，Norwegian 牙科学校推广 Ingle 标准法根管预备技术后，该校的根管治疗成功率提高10%，前牙治疗成功率从78%提高到91%。从表15-2 的资料可见，根管充填不完善与根管治疗后根尖透射影的存在有相关性。有些研究中运用了细菌培养技术，即在根管内检测不到细菌的情况下才充填根管，有助于提高治疗成功率，尤其是对于根尖周炎患牙。另有一些研究中，根管充填前髓腔处于开放的状态，由于患牙根管受到细菌的污染，疗效将偏低。

（三）牙体修复

牙体修复的情况对根管治疗疗效的影响越来越受到关注。根管治疗后，患牙未及时修复或修复不良都会削弱疗效，冠部微渗漏对根管治疗的疗效和预后的影响比根尖微渗漏更大，因牙体修复不良发生牙折而被拔除的病例也使根管治疗的疗效评定受到影响。

关于根管治疗后患牙的修复情况，有详细记录的资料不多，因此牙体修复对疗效评定的确切影响尚不清楚。

（四）研究方法学

疗效评定时数据收集、记录、处理和报道的方法在不同研究间有很大差别，直接影响研究结果的可信度和临床参考价值。

1. 数据收集　疗效评定要求详细地记录术前、术中和术后的相关资料，如病例构成、治疗步骤、并发症的情况等。如果对这些因素缺乏客观详尽的描述，将影响研究的科学性。

2. 回访率　回访率越高，结果的可信度越高。资料的回访率过低可能使统计的失败率高于实际水平，因为根管治疗失败的病例，由于症状的存在，往往更愿接受复诊检查，除非病例失访是客观原因所致，如死亡或地址变更。前瞻性研究资料的平均回访率比回顾性资料高出 20%，有些回顾性资料未注明病例失访的原因，甚至没有统计回访率，这是不科学的。

3. X 线阅片　治疗牙的 X 线片是不可缺少的资料。由于 X 线片拍摄的角度和对比度不同，同一患牙在 X 线片上的表现就会出现差异。因而阅片是造成差异的又一因素。为了克服这些问题，减小误差，必须对 X 线片的拍摄和处理进行标准化，并由多人阅片，阅片人员应预先接受培训以减少阅片时的个体差异。不少研究没有落实这几点，X 线摄片以及阅片误差影响结果的可信度。

4. 观察时间　根尖周炎的愈合和发生都是一个动态发展的过程，需要一定的时间。理论上，对根管治疗进行疗效评定时，观察时间愈长愈好。同样的病例，观察时间的长短不同，统计到的疗效也会不同。尤其是术前有根尖周炎的患牙，短期内往往难以见到愈合的表征，抑或根尖周病变的范围正在缩小但尚未完全消退，这些病例如果被视为治疗失败，则使统计的成功率偏低。瑞典的研究人员曾观察到，在 5～11 年后对同样的人群再次进行根管治疗的疗效调查时，相当数量的根尖周病变已经愈合，但又有为数不少的新病变形成。表 15-1 列出的文献中，多数资料中的观察时间为 1 年以上。一般认为 1 年的追踪仅能做出初步评价，2 年的时间方能较准确地评定疗效，但是要观察到一个稳定的治疗效果，通常需要 3～4 年，有的病例甚至需要更长的时间。在 Strindberg 的研究中，4 年与 4 年以上的治疗成功率之间的差异有统计学意义，在不同时期统计的根尖周炎患牙的成功率相差达 16%。

国内岳松龄提出的观察时间是 3～5 年；杨富生认为术后随访 1 年即可作为疗效评定的标准时间；王晓仪曾对 62 例患者的 132 个根管治疗牙进行了 2～10 年的随访，其中 13 例老年患者的 24 个慢性根尖周炎患牙中，有 22 个取得成功，这些患牙在术后 2 年的回访时根尖周骨结构已完全恢复，因而认为根管治疗的病例，经过 2 年的复查即可评定疗效。

5. 统计学分析　作为疗效统计的影响因素之一，统计方法不同或者不进行统计学处理都是导致各项研究之间缺乏可比性的原因。卡方检验是一种常用的计数资料的统计方法，通过卡方检验，可排除其他因素间的协同作用，筛选出最显著的影响因素。例如 Halse 和 Molven 的报道中显示根充超填的牙齿，根管治疗的成功率偏低，这一趋势在根尖周炎患牙尤为明显，但是经过严格的统计学分析后发现成功率偏低的原因是根管内感

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

染，与超填无关。

（五）疗效标准

缺乏统一的疗效标准是影响疗效评定的一个主要原因。有的文献中仅将X线片作为疗效评价的依据，然而有症状的牙齿，X线片可能无异常表现，这样将导致评定的成功率高于真实水平。因此疗效评定应包括自觉症状、临床检查和X线片，三者缺一不可。

1. 疗效标准的差异　疗效标准的差异主要源于对治疗成功的定义不同。例如，Strindberg指出治疗成功的患牙应无临床症状、无异常体征且X线片表现正常；Bender则认为无临床症状和异常体征、X线片表现正常或根尖周透射影显著缩小即为治疗成功。这两种标准比较，前者较后者严格，采用这两种标准对同样的病例进行疗效评定，得出的成功率是不同的。以Bergenholtz等的研究为例，48%的病例完全愈合，30%不完全愈合，如果按照Strindberg的标准重新统计，成功率是48%，若按Bender的标准，成功率就增至78%；又如Friedman等的研究，按Strindberg的疗效标准得到的成功率是78%，换为Bender标准则为94%。对没有经过牙髓治疗的根尖周炎患牙，无论有无临床症状，理论上都应接受牙髓治疗。依此类推，经根管治疗的牙齿，如果根尖周炎持续不愈，即使没有主观症状，也不应视为治疗成功，况且患者寻求根管治疗的根本目的是消除病变，并非仅为消除症状。

疗效标准的另一个分歧在于疗效评定的内容。Stabholtz根据X线片结果，把根管治疗的疗效分为"成功"、"失败"和"可疑"，"可疑"指无主观症状和异常体征、根尖透射区缩小的患牙，系一种不确定的状态。史俊南将根管治疗的疗效分为4种——"成功"、"进步"、"无变化"和"失败"。该标准前3种的区分在于X线片表现不同：根尖周表现正常为"成功"；原有根尖周透射区缩小为"进步"；透射区既未缩小也未扩大为"无变化"。王晓仪将疗效评定为"成功"、"进步"和"失败"，也就是将史俊南疗效标准中的"无变化"划归到"失败"，并指出"成功"和"进步"均属成功病例，但二者在修复程度上有一定差别，如需进一步划分，则可按治愈率、进步率与失败率分别进行统计。近年国外有学者建议用"已经愈合（病变完全消退）"、"正在愈合（病变缩小）"、"正在形成（新的病变）"等描述来取代"成功"和"失败"，以使疗效评定的内容更加准确。有些超填的患牙无自觉症状和异常体征，但在超填的根充材料周围有新月形的X线透射影，对这种情况，有人评定为成功，也有人认为是不完全愈合。

由于疗效标准的不一，难以将各项统计资料中的成功率直接进行比较，将同类研究结果进行简单合并得到一个平均数值是不科学的。正确的做法是按照统一设定的疗效标准，根据研究中提供的临床资料，重新计算成功率，然后再将这些资料进行统计分析后比较。

2. 根尖周指数（periapical index，PAI）　Ørstavik及其同事于1986年提出用"根尖周指数"来对根管治疗的患牙进行X线评定。Brynolf在1967年将根尖X线片和根尖周组织病理表现进行对照研究后总结出5型X线片表现来概括根尖周组织的愈合情况，PAI则是把患牙的根尖X线片与这5型X线片表现进行对照后得出的指数。X线片显示根尖周组织健康，得分为1，随着根尖周炎症程度和范围的增加，得分由2增至5。将

患牙治疗前后的X线片与这5型X线片表现进行对照，按最接近的表现记分。王秀平等在分析老年人慢性根尖周炎的牙髓治疗疗效时，采用了PAI进行X线评定，并认为这种系统具有良好的准确性、可重复性和不同病情人群之间的分辨能力，增加了文献间的可比性。值得注意的是，使用PAI，应采用双盲法，并对评定人员进行培训。

二、术前无根尖周炎患牙的疗效统计

术前无根尖周炎的牙齿包括活髓牙（正常牙髓，可复性牙髓炎和不可复性牙髓炎）、牙髓坏死以及原有根管充填不良、因修复需要而行再处理的患牙。疗效标准以根管治疗后出现根尖周炎为治疗失败。从表15-3中可见，术前无根尖周炎的牙齿根管治疗的成功率是85%－100%，活髓牙和牙髓坏死的患牙治疗成功率相似。治疗失败的可能原因有：①牙髓的感染在治疗前已扩散至根尖周组织，但术前X线片尚未有根尖周炎的表现；②在治疗过程中，细菌自周围的龋坏组织或唾液侵入根管，使根管受到污染导致治疗失败。Lambjerg-Hansen对活髓牙进行根管治疗，治疗期间根管内不封药，在根管充填前26%的根管内检测到细菌，治疗成功率为79%，这一结果提示冠部充填体或暂封物渗漏也是细菌侵入根管的途径之一；③细菌从牙周病损处经暴露的牙本质小管侵入根管；④器械交叉感染使根管受到医源性的污染。

表15-3 根管治疗的疗效统计

作者	患牙数	疗效（%）		
		成功	不确定	失败
无根尖周炎患牙				
Strindberg（1956）	198	93		
Bender&Seltzer（1964）	296	89		
Grossman，et al.（1964）	198	90		
Harty，et al.（1970）	236	86		
Kerekes&Tronstad（1979）	319	97		
Morse et al.（1983）	458	94～98		
Pekruhn（1986）	604	98		
Molven&Halse（1988）	124	85－93		
Sjögren，et al.（1990）	369	96～100		
Smith，et al.（1993）	340	88		
Friedman，et al.（1995）	127	93－95		
Ørstavik（1996）	473	94		
根尖周炎患牙				
Strindberg（1956）	60	88	－	12
Bender&Seltzer（1964）	410	77	－	23
Grossman，et al.（1964）	98	62	24	14
Harty，et al.（1970）	879	91	－	9
Kerekes&Tronstad（1979）	172[a]	91	－	9
Morse，et al.（1983）	253[a]	96	－	4
Klevant&Eggink（1983）	260	48	15	37
Pekruhn（1986）	285	89	－	11
Molven&Halse（1988）	96[a]	65	－	35

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

续表

作　者	患牙数	疗效（%）		
		成　功	不确定	失　败
Sjögren, et al. (1990)	204[a]	86	–	14
Murphy, et al. (1991)	89	46	48	6
Smith, et al. (1993)	481	81	–	19
Friedman, et al. (1995)	113	69	25	6
Ørstavik (1996)	126[a]	75	13	12
Sjögren, et al. (1997)	35[b]	94	–	6
Sjögren, et al. (1997)	22[c]	68	–	32

a：牙根数（其他为牙数）

b：根管充填前细菌培养阴性

c：根管充填前细菌培养阳性

根管治疗失败、发生根尖周炎的患牙中，约有76%在治疗完成1年以内可在X线片上观察到根尖周骨质的破坏。随着时间的延长，根尖周炎的发病率不再增加，因此1年的追踪观察基本可评定术前无根尖周炎患牙的远期疗效，再延长观察时间的意义不大。Strindberg曾报道有的病例在根管治疗后4年才发生根尖周炎，一段时间后又自行消退，所以远期追踪不一定必要。

三、根尖周炎患牙的疗效统计

这些患牙中一部分由于牙髓或根管系统的感染扩散导致根尖周炎，另一部分源于牙髓治疗后的残余或继发感染即残髓炎。由于疗效标准不一，根尖周炎患牙接受根管治疗后，统计的成功率介于46%～96%（表15-3），这些数字中除完全愈合的病例外，还包括13%～48%正在愈合的患牙，即无临床症状、根尖透射影缩小的病例。

根管治疗后1年是愈合发生的高峰期，完全愈合的病例中，89%的患牙在1年内可见愈合征象，50%的患牙的根尖周病变痊愈。治疗后第2年，绝大多数患牙的根尖周炎愈合，仅少数表现为根尖周病变范围缩小，极少数患牙根尖周病变缩小的过程会持续4～5年，甚至8～9年。已经痊愈的病例很少再复发根尖周炎，因此，1年内痊愈的患牙不需继续追踪。在2年的回访中，病变范围进行性缩小的牙齿基本上都会在以后痊愈。这与接受根尖手术的患牙的愈合过程有所不同，这些牙齿在术后2～3年，约有8%的痊愈病例转为失败，而只有66%根尖周炎持续的患牙完全愈合。

就远期疗效而言，根管治疗成功的标准是根尖周炎的完全愈合，病变残留则为治疗失败。在根尖周破坏范围较大的病例中，有时见根尖透射影明显缩小但尚余留新月形的骨质疏松区，这种情况可能是根尖区形成纤维性的瘢痕组织，不属于治疗失败。但是Andreasen认为只有根尖手术的患牙才会形成瘢痕组织，并且多位于切牙区。

根尖周炎患牙接受根管治疗后病变持续不愈，最主要的原因是根管内存在残余感染，其次是患牙根尖的牙本质小管和牙骨质陷窝内有细菌聚集，或根尖孔处有菌斑堆积。相继有学者报道在失败病例的根尖周组织中检测到细菌，尤其是难愈性病例的根尖周组织中常常发现放线菌属，提示由于这些微生物的存在，阻碍了病变的愈合。

第二节　根管再处理的疗效评定

一、术前无根尖周炎患牙的疗效统计

对于术前无根尖周炎的牙齿，根管再处理的成功率介于89%～100%（表15-4），与初次接受根管治疗的病例的疗效近似。这些患牙主要包括两类：一类是根管充填材料超填激惹根尖周组织，需行再处理以去除充填物。这些患牙的根管基本上没有受到感染；另一类是第一次根管治疗时操作失误和（或）发生了并发症而需要再处理。例如在Bergenholtz1979年的研究中，42%的再处理患牙曾有根管过度预备，35%的患牙根充超填，还有3%出现各类并发症，这些因素对根管治疗的疗效和预后都有影响。

表15-4　根管再处理的疗效统计

作　　者	患　牙　数	疗效（%）		
		成　　功	不　确　定	失　　败
无根尖周炎患牙				
Strindberg（1956）	64	95		
Grahnén&Hansson（1961）	323 *	94		
Enström, et al.（1964）	68	93		
Bergenholtz, et al.（1979）	322 *	94		
Molven&Halse（1988）	76 *	89		
Allen, et al.（1989）	48	96		
Sjögren, et al.（1990）	173 *	98		
Friedman, et al.（1995）	42	100		
根尖周炎患牙				
Strindberg（1956）	123	84	–	16
Grahnén&Hansson（1961）	118 *	74	–	26
Enström, et al.（1964）	85	74	–	26
Bergenholtz, et al.（1979）	234 *	48	30	22
Molven&Halse（1988）	98 *	71	–	29
Sjögren, et al.（1990）	94 *	62	–	38
Friedman, et al.（1995）	86	56	34	10
Sundqvist, et al.（1998）	50	74	–	26

* 为牙根数

二、根尖周炎患牙的疗效统计

根管治疗失败的病例经根管再处理后，大约48%～84%的根尖周病变完全愈合，另有一部分牙齿正在愈合（表15-4）。由于没有统一的疗效标准，很难计算出确切的失败率，估计不超过10%～16%。根管充填前根管内感染的情况和根尖病变的范围是影响根管再处理预后的主要因素。从表中数据可见，根尖周炎患牙经根管再处理的成功率略低于初次接受根管治疗的患牙，主要原因是根管内的感染不易被彻底清理，如原有的根管充填残屑没有去净，残存于充填材料和根管壁之间的细菌不断增殖造成再感染；根

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

管台阶、偏移或阻塞使根管再处理中预备和充填的难度增大。Kereks 和 Tronstad 报告初次接受根管治疗的病例，根管充填的恰填率为 89%，而再处理的病例中，恰填率仅为 74%。Bergenholtz 等报告已经充填的根管中，只有 81% 可以重新通畅至根尖部。此外，还有一些失败病例是由根管外感染所致，对这些病例只能采取根管外科治疗。

第三节 根尖手术的疗效评定

一、评定标准

大多数资料中，根尖手术的疗效被评定为"完全愈合"、"不确定愈合"和"愈合不良"3 级，有的资料还增加了"不完全愈合"这一标准。"不完全愈合"是指根尖区形成瘢痕、X 线片表现为根尖周新月形低密度区的患牙，这种情况也属成功病例。"不确定愈合"指根尖手术后病变范围缩小的病例。"不完全愈合"的患牙中，约 60% 的组织学表现是根尖周炎，这与"不确定愈合"的情况一致，所以多数学者认为"不完全愈合"和"不确定愈合"是同样的概念，都是一种不确定的状态。这种评定标准使不少统计资料中根尖手术的治疗成功率和失败率都低于根管治疗，而"不确定愈合"的患牙比例升高。

根尖手术病例追踪复查的时间，不应短于 1 年，因为即使被切除的牙根末端存在急性炎症时，骨腔的四周也会有愈合的表现。Rud 等认为 1 年的时间太短，推荐 4 年的观察期。值得注意的是已发生完全愈合的病例也可能转为失败，Frank 等经过 12 年的观察，统计到 42% 曾经完全愈合的患牙最终治疗失败。

X 线标准与组织学标准的不一致是影响疗效统计的又一因素。X 线片对评价骨的愈合有较大的意义，但难以反映牙的愈合。X 线片显示为完全愈合者，组织学检查可能证实牙根末端存在炎症。

二、疗效统计

根尖手术的疗效资料（表 15-5）中包括两种治疗方法：第一种是根尖手术和根管治疗/根管再处理联合进行者；第二种是根管因不同程度的阻塞难以进行完善的预备和充填，只能采取根尖手术者。

表 15-5 根尖手术的疗效统计

作者	病例数	疗效（%）		
		成功	不确定	失败
根管治疗联合根尖手术				
Harty, et al.（1970）	847	90	–	10
Lehtinen&Aitasalo（1972）	168	82	9	9
Rud, et al.（1972）	763	83	14	3
Malmström, et al.（1982）	104	74	17	9
Mikkonen&Kullaa – Mikkonen（1983）	162	55	28	17
Forsell, et al.（1988）	254	68	21	11
Crosher, et al.（1990）	85	80	15	5

续表

作　　者	病　例　数	疗效（%）		
		成　　功	不　确　定	失　　败
Grung, et al. (1990)	312	85	14	1
单纯根尖手术				
Harty, et al. (1970)	169	89	–	11
Rud, et al. (1972)	237	72	19	9
Hirsch, et al. (1979)	572	47	26	27
Malmstrom, et al. (1982)	78	54	23	23
Forsell, et al. (1988)	60	68	8	23
Grung, et al. (1990)	161	65	19	16
Dorn&Gartner (1990)	488	65	17	18
Rud, et al. (1991)	388	74	19	7
Friedman, et al. (1991)	126	43	22	35
Rapp, et al. (1991)	401	66	29	5
Frank, et al. (1992)	104 *	55	3	42
Pantschev, et al. (1994)	103 *	55	21	24
Jesslen, et al. (1995)	82 *	59	28	13
Jansson, et al. (1997)	62 *	30	55	15

* 为患牙完成根尖倒充填

对这些资料进行分析和综合后，可以计算出一个成功率的平均值。其方法不是将各研究的成功率进行简单的均数计算，而是用成功的患牙总数除以被治疗的患牙总数得出的均数。例如：

研究 A　500 例患牙　60% 成功率　300 个成功的患牙

研究 B　50 例患牙　80% 成功率　40 个成功的患牙

错误的均数计算为：加合成功率/研究数 = 成功率，即 (60 + 80)/(1 + 1) = 70%

正确的均数计算为：成功牙总数/患牙总数 = 成功率，即 (300 + 40)/(500 + 50) = 61.8%。

用这种计算方法对表 15-5 中的数据进行处理后得出：根管治疗联合根尖手术的患牙成功率是 82%，不确定愈合率 11%，失败率 7%；单纯接受根尖手术的患牙成功率是 62%，不确定愈合率 21%，失败率 17%。可见根管治疗联合根尖手术的疗效优于单纯行根尖手术者。

值得注意的是，在这些资料中，根尖手术的技术水平与目前临床相比已有相当的差距。近十年来，随着对根尖区软硬组织愈合机制的认识的深入，根尖手术在翻瓣、止血、缝合等方面都进行了变革。手术显微镜、微型口镜、超声尖等新仪器的问世和显微根管外科的开展，不仅使手术操作更加精细，手术创伤明显减小，更重要的是在去骨、根尖倒预备、倒充填等环节取得了长足的进步。银汞合金在根尖倒充填中的使用日益减少，取而代之的是一些性能优良的复合材料，如 IRM、Super EBA、MTA 等。Rubinstein 和 Kim 对包括前牙、前磨牙和磨牙在内的 94 个牙根施行显微根尖手术后，1 年内 91 个牙根完全愈合，完全愈合率 96.8%，平均愈合时间 7.2 个月；对这些完全愈合的牙根继续追踪观察 5～7 年，回访的 59 个牙根中 54 个愈合持续，完全愈合率 91.5%；对失

公众号里每天更新正畸、修复等临床操作视频
更多电子书，微信公众号里搜索qzkqsp1（茄子口腔视频1首字母）即可关注领取

访的32个牙根，作者就每一个病例的去向都作出了明确的交代。

近来根管逆行再处理（retrograde endodontic retreatment）受到一定的关注，方法是在根尖切除后，从根尖入手对根管中下段进行根管预备和充填，最后完成根尖倒充填。这种方法改善了过去单纯依靠根尖倒充填体来封闭感染根管的状况，统计的失败率为5%～6%，而常规根尖倒充填的平均失败率为19%。

对手术治疗失败的患牙，主要有两种处理方法，即非手术根管再处理或手术再处理，也有将两种方法联合运用的报道。Rud 和 Andreasen 曾报道手术再处理的成功率与第1次手术近似。至于手术失败病例进行根管再处理后的成功率则未见报道。随着根尖手术技巧的提高，尤其是显微根管外科的开展，需要手术再处理病例的数量应有大幅度减少。

三、术后愈合的动态过程

根尖手术后根尖周组织愈合的速度比根管治疗稍快，大约60%的病变在1年内完全愈合。1年内病变范围缩小的患牙中，一半以上在3年内完全愈合，大约1/4的患牙手术失败。少数病例发生瘢痕愈合，并且都在1年内完成，据 Molven 等的观察，这些患牙在8～12年内都无异常变化。在1年内完全愈合或不愈合的患牙，3～4年后基本上也是保持原有的状态，仅不足5%的愈合病例转归为失败。

根管治疗/再处理联合根尖手术的病例，由于同时处理根管内外感染，成功率很高。但是根尖手术不应作为一种常规的治疗手段，这是因为一方面现代根管治疗和非手术再处理已有很高的成功率；另一方面根尖手术会造成牙根的缩短、牙周附着的丧失，还可能导致其他一些不良反应或后遗症。因此总体而言，只有在非手术牙髓治疗失败或无法开展的病例，才进行根尖手术。但在某些病例，如根管的根尖1/3发生台阶、堵塞、穿孔、器械折断、超填、欠填等操作失误，如果患牙的冠根比例得当，与根管再处理相比，显微根管外科不失为简单而有效的治疗方法。

第四节 意向再植术的疗效评定

意向再植术曾经开展的范围较广，目前认为意向再植术仅仅作为在根管再处理和根尖手术无法进行，患者又不愿拔除患牙时的姑息治疗手段。疗效评定时大多以患牙存留作为成功标准，不强调病变的彻底消除。由于疗效标准不同，再植术不能直接同根管再处理或根尖手术进行比较。

据统计，意向再植术的成功率为34%～93%，患牙存留率71%～100%（表15-6）。但是大多数资料中的治疗步骤并不符合意向再植术的手术原则，例如 Grossman 和 Chacker 的研究中，28例再植的牙齿都未进行根尖倒充填，结果有27%的患牙根尖周炎持续；Emmertsen 和 Andreasen 的报道中，患牙脱离牙槽窝的时间长达30～60分钟，此外为方便再植，一些牙根还被磨改为锥形，这些步骤严重损伤根面组织，增加了牙根吸收的发生率；在 Keller、Koering 等的研究中，根管充填的质量较差，许多患牙甚至没有进行根管充填，根管封闭不良使根管内的细菌通过牙本质小管感染牙根面，导致炎症性牙根吸收；Deeb 在体外完成患牙的根管治疗，有的还进行了牙体充填，很可能使牙齿

在口外停留的时间超过15分钟。

表15-6 意向再植术的疗效统计

作者	病例数	观察年限	存留率(%)	成功率(%)	牙根吸收(%)	根尖周炎(%)
Emmertsen&Andreasen (1966)	100	1~13	80	34	31	50
Grossman&Chacker (1968)	61	3~11	100	57	18	27
Deeb (1968)	117	0.5~2	93	67	33	
Kingsbury&Wiesebaugh (1971)	151	1~3	95	93	3	
Will (1974)	158	5~7	96		2	
Koering (1988)	177	0.5~4	82	82	5	11
Kahnberg (1988)	58	2~7	71	71	0	29
Keller (1990)	34	3	91	91	0	9
Bender&Rossman (1993)	31	0~22	81	81	6	10

外伤脱位牙再植后，预后受到很多不确定因素的影响，而意向再植术中多数与预后相关的因素都能得到较好的控制。成功的意向再植术要求达到牙周组织的重建且无牙根吸收，研究显示牙周膜和牙骨质的存活与否、根管和牙槽窝的感染情况是影响成功率的主要因素。要取得治疗的成功，必须减少手术创伤，缩短患牙口外停留的时间，并选择适宜的固定方式和固定时间。一些动物实验的结果可以一定程度地反映人牙意向再植后的疗效，这些研究结果提示：在良好的控制下，进行性牙根吸收的发生率低于4%；一旦发生，绝大多数是炎症性吸收，一般在1年内可以做出诊断；如果口外停留的时间和根面环境适当，很少发生置换性吸收。虽然Emmertsen和Anderasen在研究中，患牙在体外停留的时间达30~60分钟，并且牙根被磨改，但是仅有4%的患牙发生置换性吸收。健康的牙周再附着和严密的根尖倒充填提供根尖病变愈合的有利环境，由近期的病例报道中可见，只要遵循治疗原则，意向再植术大多能取得预期效果。

与资料报道相比，如今的意向再植术在治疗方法上已有许多新的进展，但由于缺乏远期疗效的临床资料，对这些新的理论和手段产生的影响尚难评论，亟待进一步的临床研究。

第五节 根管治疗预后的影响因素

一、术前因素

（一）根尖周炎

根尖周炎是影响根管治疗预后最重要的因素，术前有根尖周炎的患牙，较没有根尖周炎患牙的治疗成功率下降10%~20%。虽然观察时间不足、病变愈合不完全也可能导致根尖周炎患牙统计的成功率偏低，但是在一些远期疗效评定的研究中，两者之间的成功率仍然存在差异，这种差异一方面反映出预防根尖周炎的发生和治疗已存在的根尖周炎是有区别的，后者有赖于根尖周组织的修复潜能；另一方面说明现代根管治疗术并不能完全清除根管内的感染。这一点已被Byström和Sjögren等的研究证实，他们在根管治疗中采用严格的无菌技术，结合根管用药，但在根管充填之前，仍有根管检测到细

菌。再处理病例要达到根管的无菌就更加困难，因此疗效常常不及初次治疗的病例。

（二）病变范围

多数学者认为根尖病变范围小的患牙预后比大面积病损要好；也有资料显示病变范围的大小对预后的影响不大。这些研究结果之间的差异可能与观察时间的长短有关，因为大的病变达到愈合所需要的时间更长。

（三）临床症状

临床症状与疗效之间的相关性研究很少，Friedman、Pekruhn 等的研究结果提示无症状牙的治疗成功率高于有症状牙；Sjögren 等发现两类患牙的疗效相似。理论上，患牙有临床症状往往提示感染活跃，因此对预后可能产生一定的影响；此外有症状型根尖周炎患牙根管内的细菌数量可能高于无症状牙，治疗中应加强根管消毒。

（四）牙髓状态

无根尖周炎的患牙，牙髓状态对疗效无影响。

（五）年龄、性别、牙位和全身状况

绝大多数的研究显示这些因素与根管治疗的效果无关。

（六）牙周状况

关于牙周健康对根管治疗疗效的影响，仅 2 份文献提及：Matsumoto 等认为牙周病损削弱根管治疗的疗效；Sjögren 等则持相反意见。由于文献很少，确切影响尚不清楚。

二、术中因素

（一）根管预备和充填的长度

一些学者将根管预备的长度与根管充填的长度加以区分，但大多数资料是对根管充填的长度进行研究，并认为根管充填材料超出根尖孔会影响治疗效果。Byström 和 Sjögren 等发现根尖周炎的患牙中，根充超填降低根管治疗的疗效；术前无根尖周炎的患牙则不存在这种关联。牙胶是一种具有良好生物相容性的材料，超填的根充材料将被周围组织清除，理论上不会影响愈合，然而根管超填常常是根管过度预备所致，在感染根管的病例中，根管内的感染物在过度预备的过程中被推到根尖周组织，这才是影响愈合的真正原因。

关于根管欠填对疗效的影响，普遍认为欠填 2mm 以上的患牙，疗效不如恰填的牙齿（根管充填止于距根尖孔 0～2mm 内）。Sjögren 等报道在感染根管中，根充欠填影响疗效，但在非感染根管中，欠填与恰填病例的疗效差异无统计学意义。在根充欠填的病例中，一类是由于根管阻塞不能达到应有的长度，另一类是可以达到应有的长度，却未能做到。对这两种情况应当加以区分，因为第一类欠填对疗效的影响不大，第二类则会削弱根管治疗的疗效。

（二）根尖预备

根尖段根管扩大的程度是根管治疗中争论的一个热点，一些学者主张为了彻底清理根管的根尖部分，应当充分扩大根管；另一种观点则认为根管的清理主要依靠冲洗液而不是根管预备器械，根管的过度扩大只会造成根尖偏移，是不可取的。研究表明根管内的细菌可沿牙本质小管入侵，使 150～250μm 厚度的根管壁牙本质受到感染，根管冲洗和消毒药物对这些被感染的牙本质难以发挥作用。为了去除这部分牙本质，根管应扩大

到比原有的直径增大0.3～0.5mm。

根尖区扩大的程度与根管治疗疗效的相关性研究不多，结论不一。Strindberg观察到根尖预备到较大直径的患牙疗效较差；Kerekes和Tronstad发现根尖扩大至20～40号和扩大到45～100号的患牙，疗效差异无统计学意义。笔者认为应以辨证的观点看待根尖区扩大这个问题，一方面，过度扩大根尖区常常导致根管偏移；另一方面，如果根尖区预备不足甚至不予扩大，就会导致感染组织和牙本质的残留，这两种情况都会影响根管治疗的疗效。因而对于不同的根管，应结合根管的形态、粗细和感染程度选择相应的预备技术和大小适宜的主尖锉。

（三）细菌学检测

虽然有研究报道根管充填前细菌培养阴性的根管，根管治疗的疗效优于细菌培养阳性者，但是传统的细菌培养技术并不能有效地检测到根管内的主要致病菌——厌氧菌，因此根管充填前进行细菌学检测的意义，曾受到普遍的质疑。Sjögren等在1997年发表的一篇文章中，重新评价了细菌学检测的意义，他们对单根牙的感染根管完成一次性根管治疗，经过4年的疗效追踪，统计到根管充填前细菌培养阴性者治疗成功率达94%，阳性病例的成功率仅为68%，揭示了根管充填前进行细菌培养对预测患牙的预后有一定作用。在研究中他们采用了先进的厌氧培养技术，然而这种技术目前还不能广泛地应用于临床，况且在常规的临床治疗中需要进行细菌培养的病例也为少数。

（四）就诊次数

非一次性根管治疗牙的疗效与就诊次数之间无相关性。据资料统计，一次性根管治疗的成功率很高，即使是根尖周炎的患牙也不例外。虽然临床研究显示一次就诊与多次就诊的根管治疗的疗效差异无统计学意义，但在Sjögren等的研究中，对接受一次性根管治疗的病例进行微生物学检测，发现40%的患牙根管并没有得到彻底清理，因此不主张一次性治疗，建议两次或多次就诊完成根管治疗，以便通过根管消毒来增进根管清理，提高疗效。Friedman等对根尖周炎患牙进行根管治疗，发现经$Ca(OH)_2$药物消毒的病例，疗效较一次性完成根管治疗的患牙提高1倍，但是无统计学差异。

（五）材料和技术

目前有关不同的根管治疗技术或材料对疗效的影响的研究还不多。就根管充填技术对疗效的影响而言，有学者认为只要严格按照要求操作，无论是侧压充填还是热牙胶垂直加压充填，都能取得满意的效果。但是，不加热的侧压充填有时会导致牙根纵裂，发生率约在5%以内。Ørstavik等将几种新型的根管封闭剂与氯仿牙胶N-Φ糊剂加以比较，发现前者的疗效优于后者，提示根管封闭剂的类型可能会影响根管治疗的效果。

（六）并发症

根管治疗中，有时因操作失误导致髓腔穿孔、牙根穿孔、器械折断等并发症，这在根管治疗失败病例中所占的比例约为4%，若不能及时有效地处理，患牙的预后较差。

三、术后因素

（一）牙体修复

关于冠部修复体的微渗漏对根管治疗的疗效和预后的影响，近年来已受到普遍的关注。一些术前无根尖周炎患牙，因为冠部微渗漏造成根管再感染，使根管治疗失败，这

在体外和体内试验中均得到证实。资料显示及时进行牙体修复的牙齿，疗效优于修复不良或未进行修复的患牙。Ray 和 Trope 在 1995 年的大样本临床研究中发现，牙体修复不良或根尖充填质量欠佳都会削弱根管治疗的疗效，其中修复体对疗效的影响比根管充填更为显著。修复体的类型（暂时修复或永久修复，简单充填或铸造修复等）对疗效的影响不大。在以拔牙告终的根管治疗牙中，修复失败是最主要的原因，其中冠折牙所占的比例最大，这些牙齿发生冠折后，多数已不能再修复。

（二）根管桩

根管桩的置入对根管治疗疗效的不利影响主要有三个方面：①桩腔预备时去除过多根管充填材料，使剩余的根管充填长度不足 3mm，根尖封闭性受到破坏；②根管桩放置不当导致牙根纵裂，虽然发生率不到 9%，然而一旦出现，患牙保留的可能性很小；③桩的置入导致牙根穿孔。

第六节　根尖手术预后的影响因素

一、术前因素

（一）根尖周病变的范围、边界和组织学特征

直径大于 10mm 的大面积根尖周病变，预后普遍受到影响，这些病例发生完全愈合所需要的时间较小范围的病变长得多，发生不完全愈合（瘢痕组织）的病例数也增多。另有资料报道，X 线片显示为边界清楚的病变手术疗效较好。组织学研究显示囊肿的手术疗效优于其他各型病变。

（二）牙槽骨丧失

牙槽骨丧失的量是影响根尖手术预后的一个重要因素。骨皮质或边缘骨丧失过多会削弱手术的疗效，大量的骨丧失使牙周组织的再附着受阻，根尖组织和牙周袋之间形成持续的交通，根尖周病变难以完全愈合。

（三）临床症状

有文献报道瘘管牙的疗效较差，其他术前症状对疗效无明显影响。

（四）牙体修复

绝大多数情况下，患牙在接受根尖手术时已经完成牙体修复，因此将牙体修复的状况在此作为术前因素加以讨论。Allen、Rapp 等的回顾性研究证实冠部修复体对手术病例的预后有重要影响，良好的冠修复能有效减少冠部微渗漏，增进手术疗效。暂时性充填物、根管桩和全冠都可能削弱患牙的手术疗效，其中暂时性充填物和根管桩的作用与细菌侵入根管有关，根管桩还有导致隐性牙根纵裂的可能，全冠可能因加重患牙的咬合负荷而阻碍愈合。

（五）根管充填的状况

根管充填的材料对根尖手术的效果无影响。在根管充填和根尖手术同期完成、没有进行倒充填的病例中，如果根管充填不严密，手术效果将受到影响。对于根尖倒充填的病例，根管充填的状况对疗效的影响无统计学意义。Lustmann 等 1991 年报道根充欠填较多的牙齿接受根尖手术的疗效较好，可能因为这些根管中的感染物正好位于欠填的根

尖区，根尖手术对这部分根管进行了适当的清理和充填，使根尖周炎得以愈合。

（六）重复手术

重复手术的疗效不如第1次手术，因为第1次手术失败的原因极可能是根折、遗漏侧副根管或峡部等，在第2次手术中，如果没有手术显微镜和专用器械，很难对这些复杂的因素作出准确的诊断或有效的处理，致使重复手术的疗效偏低。

（七）牙位、年龄和性别

在根尖手术的资料中，前牙的研究最多，其次是前磨牙，磨牙的报道较少。多数资料中牙位与根尖手术的疗效无关联。在前牙区，上颌侧切牙出现瘢痕愈合的比例最高。大多数资料显示患者的年龄和性别对根尖手术的疗效无影响。

二、术中因素

（一）根尖切除的部位

根尖切除一般应包括根尖3mm的牙根组织，因为此处侧副根管的发生率较高，根尖切除不足将遗留侧副根管，造成根尖封闭不全，影响愈合。

（二）根尖倒充填

关于根尖倒充填对手术疗效的影响一度存有争议，后来发现这是因为有些研究不是将根尖倒充填的病例与未进行倒充填的手术患牙相比较，而是与根管充填和根尖手术同期进行的病例进行比较。多数学者认为根尖倒充填是影响根尖手术预后的一个主要因素，因为根尖周炎主要是根管内的细菌感染所致，根尖倒充填体阻断了根管内感染与根尖周组织之间的通连，有利于愈合。对根管充填的患牙施行根尖手术，根尖倒充填病例的疗效胜过未进行倒充填者。因此，根尖倒充填应当是根尖手术的一个常规步骤，除非在手术中对整个根管进行了完善的清理和充填，或在技术上不能完成根尖倒充填。

有关根尖倒充填材料对手术疗效的影响，临床研究中常以银汞合金为对照，比较其他一些材料（Biobond、Cavit、Retroplast、Super EBA、IRM、玻璃离子、复合树脂等）的临床表现和远期疗效，但是由于受到一些临床因素的影响，在解释这些研究结果时必须十分慎重。例如，在3份评价Super EBA倒充填体的临床资料中，A资料显示Super EBA的成功率为95%，银汞合金为51%，二者的差异有统计学意义；B资料显示Super EBA和银汞合金的成功率分别为57%和52%，二者的差异无统计学意义；C资料显示银汞合金的成功率为71%，Super EBA只有65%，统计学上无差异。虽然体外实验的结果已经证实涂布洞衬剂能提高银汞合金倒充填体的封闭性能，但是这3份研究中都没有涂布洞衬剂。Friedman等建立了一种实验动物模型来检测倒充填材料的效能，结果表明：使用洞衬剂后，银汞合金倒充填体的疗效优于复合树脂；Super EBA和IRM的疗效优于玻璃离子和银汞合金；MTA优于玻璃离子。在世界上的一些地区，已禁止使用银汞合金，取而代之的是Super EBA、IRM、玻璃离子、Retroplast和MTA等材料，并已在临床上得到成功应用。

（三）根管治疗/根管再处理

理论上根管治疗或根管再处理联合根尖手术既清除了根管内的感染源，又杜绝了再感染的途径，患牙的预后较好。但是临床上，非手术和手术治疗的联合应用并不是常规的治疗方法，如果根管治疗或根管再处理可行并且有较好的预见性，可不需根尖手术；

如果根管治疗不完善，而仅仅依靠根尖倒充填并不能有效阻断根管内感染与根周组织的交通，难以确保手术的成功；如果根外感染的可能性极大，应首选根尖手术。

（四）逆行根管再处理

逆行根管再处理在形式上类似根管治疗-倒充填的联合治疗，其成功率高于单纯的根尖倒充填。逆行根管再处理的疗效主要取决于根管内感染的范围和可被处理的根管空间。

（五）操作者的技术

操作者的技术和经验对手术效果有一定影响。在已报道的资料中，根尖手术几乎都由专科医师完成，因此可忽略操作者技术差异对疗效评定的影响。

（六）并发症

手术并发症是影响愈合的重要因素。术中穿通舌侧或腭侧皮质骨会增加瘢痕愈合的发生率，穿通上颌窦对手术疗效的影响不大。

三、术后因素

［抗生素］抗生素可预防根尖手术后的血肿继发感染，对远期疗效无影响。

第七节 结 语

关于根管治疗和根尖手术的疗效与预后积累了大量的研究资料。术前无根尖周炎的患牙接受根管治疗的成功率最高，表明预防根尖周炎比治疗根尖周炎的疗效好。根尖周炎源于细菌感染，根管的清理和消毒是根管治疗成功的关键，治疗中和治疗后应严格防止再感染，其他一些生物或技术因素也是通过作用于根管内感染控制的程度而影响牙髓治疗的疗效。与所有的感染性疾病一样，根尖周炎的预防和治疗必须立足于去除致病微生物。

牙髓治疗的病例选择应包括多方面的考虑：牙髓治疗的疗效和预后、牙齿的可修复性、牙周状况、患者的全身健康以及社会经济地位等。下面三种情况不适宜进行牙髓治疗：①无法修复的患牙；②牙周附着严重丧失的患牙；③全身状况不良、易于感染的高危患者。

虽然根尖周炎、临床症状、牙槽骨板的丧失等对根管治疗或根尖手术疗效的影响有统计学意义，但是没有一项术前因素是治疗的绝对禁忌证。无论非手术治疗还是手术治疗，二者都有相当高的成功率，因此对绝大多数病例都应通过牙髓治疗以达到最大限度地保存患牙。

（韦 曦）

参考文献

1. Ørstavik D and Pitt Ford TR. Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis. Blackwell science Ltd, 1998
2. Cohen S. and Burns RC. Pathways of the Pulp. 7th ed. Mosby Year Book Inc, 1998
3. Yagiela J A, Neidle E A, Dowd F J. Pharmacology and Therapeutics for Dentistry. Mosby Year Book, Inc, 1998
4. Hargreaves KM and Goodis HE. Seltzer and Bender's Dental Pulp. Quintessence Publishing Co, Inc, 2002
5. Beer R, Baumann MA and Kim S. Color Atlas of Dental Medicine: Endodontology Thieme Stuttgart: New York, 2000
6. Ingle JI, Beveridge EE, Glick DH, et al, . Modern endodontic therapy. In Endodontics 4th ed. (eds Ingle JI and Bakland LK) . Baltimore: Williams and Wilkins, 1994, 27-53
7. Fuller J L, and Denehy GE. Concise Dental Anatomy and Morphology. London: Year Book Medical Publishers, Inc, 1983
8. Waltimo TM, Sen BH, Meurman JH, Ørstavik D, Haapasalo MP. Yeasts in apical periodontitis. Crit Rev Oral Biol Med, 2003; 14 (2) :128-37.
9. Siqueira JF Jr. Endodontic infections: concepts, paradigms, and perspectives. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2002, 94 (3) :281-93
10. Dahlen G. Microbiology and treatment of dental abscesses and periodontal-endodontic lesions. Periodontol 2000. 2002, 28:206-39
11. Siqueira Junior JF. Strategies to treat infected root canals. J Calif Dent Assoc. 2001, 29 (12) :825-37
12. Marton IJ, Kiss C. Protective and destructive immune reactions in apical periodontitis. Oral Microbiol Immunol. 2000, 15 (3) :139-50
13. Stashenko P, Teles R, D'Souza R. Periapical inflammatory responses and their modulation. Crit Rev Oral Biol Med, 1998, 9 (4) :498-521
14. Nair PN. Apical periodontitis: a dynamic encounter between root canal infection

and host response. Periodontol 2000. 1997, 13: 121-48. Review
15. Rubinstein RA, Kim S. Short-term observation of the results of endondontic surgery with the use of a surgical operation microscope and Super EBA as root-end filling material. J Endodon, 1999, 25: 43-48
16. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after apical microsurgery. J Endodon, 2002, 28: 378-383
17. Kim S, Pecora G, Rubinstein RA. Color Atlas of Microsurgery in Endodontics. WB Saunders Company, 2001
18. 皮昕主编．口腔解剖生理学．第四版．北京：人民卫生出版社，2000
19. 于世凤主编．口腔组织病理学．第四版．北京：人民卫生出版社，2000
20. 凌均棨主编．牙髓病学．北京：人民卫生出版社，1998
21. 樊明文主编．牙体牙髓病学．第四版．北京：人民卫生出版社，2000
22. 王晓仪主编．现代根管治疗学．北京：人民卫生出版社，2001
23. 王哲明，王晓仪，刘正等．超声波根管杀菌作用的探讨．中华口腔医学杂志，1992，27（1）：12-15
24. 凌均棨，丁芸，李京平．声波、超声波、手用根管器械预备弯曲根管效果比较．牙体牙髓牙周病学，2002，12（6）：317-319
25. 凌均棨，李京平，林格．声波根管器械与超声波、回旋手机和手用器械切削效力的比较．中华口腔医学杂志，2002，37（2）：131
26. 凌均棨，刘沛，高燕．声波与超声波器械配合不同冲洗液对根管清理效果的扫描电镜研究．牙体牙髓牙周病学杂志，2003，13（10）：573-577
27. 李京平，凌均棨，丁芸等．侧向压力和锉针磨损对声波和超声波根管器械切削效力的影响．中山大学学报·医学科学版，2003，24（2）：封2
28. 凌均棨，刘沛，韦曦．ProFile器械两种预备方法对弯曲根管成形作用的实验研究．中华口腔医学杂志，2003，38（4）：278
29. 凌均棨，樊明文，陈智等．根管消毒药物控释系统的制备及体外释放研究．牙体牙髓牙周病学杂志，1991，1（2）：83～86
30. 凌均棨，樊明文，易安华等．可吸收性四环素、氯已啶缓释药膜的研制．牙体牙髓牙周病学杂志，1993，3（3）：145～148
31. 凌均棨，樊明文，罗雯等．氯已啶控释系统根管消毒作用的实验动物研究．牙体牙髓牙周病学杂志，1994，4（2）：76～77
32. 凌均棨，樊明文，彭彬等．根管消毒药物控释系统的体外细胞毒性研究．口腔医学纵横杂志，1994，10（3）：138～140
33. 凌均棨，樊明文，贺红等．根管药物控释系统的遗传毒理学初步研究．广东牙病防治杂志，1995，3（1）：6～8
34. 凌均棨，樊明文，魏国贤等．新型药物控释根充尖用于牙髓尖周病治疗的可行性研究．牙体牙髓牙周病学杂志，1995，12（4）：195～197
35. 凌均棨，樊明文，杜民权等．整体型氯已啶控释系统根管消毒作用的初步临床观察．上海口腔医学杂志，1995，4（1）：12～13

36. 凌均棨，樊明文，陈新明等．药物控释根充尖生物学应用的基础研究．口腔医学杂志，1996，16（3）：113～114
37. 唐荣银，史俊南．根管治疗术一次法10年临床疗效．牙体牙髓牙周病学杂志，1996，9：162-163
38. 洪瑾，王晓仪，王哲明．超声技术应用于弯曲细小和堵塞根管的治疗分析．中华口腔医学杂志，1998，33：36-37.
39. 王晓仪，洪瑾，徐欣等．678例残根残冠根管处理的探讨．牙体牙髓牙周病学杂志，1999，9：136-137.
40. 王秀平，王嘉德，张刚．老年人慢性根尖周炎疗效分析．中华口腔医学杂志，1999，34：16-18.
41. 凌均棨，韦曦，高燕．应用根管显微镜和超声器械处理阻塞根管的效果评价．中华口腔医学杂志，2003，38：324-326
42. 杨国平，凌均棨，陈军等．高压蒸气消毒牙科手机最佳温度和时间的筛选及效果监测．华西口腔医学杂志，2000，18（6）：423～424
43. 谭艾贤，凌均棨，杨国平等．牙科手机高压蒸气消毒的护理管理．中华护理杂志，2000，35（11）：676-678

[ＧｅｎｅｒａｌＩｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ]
书名＝根尖周病治疗学
作者＝
页数＝２０６
ＳＳ号＝１１４０２４７６
出版日期＝

封面
书名
版权
前言
目录
正文